

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Marco Antônio de Andrade da Rosa**

**RECUPERAÇÃO DE DESEMPENHO QUANTO À  
ESTANQUEIDADE COM A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE  
IMPERMEABILIZAÇÃO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE  
PORTO ALEGRE/RS**

Porto Alegre  
Junho de 2018

**Marco Antônio de Andrade da Rosa**

**RECUPERAÇÃO DE DESEMPENHO QUANTO À  
ESTANQUEIDADE COM A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE  
IMPERMEABILIZAÇÃO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE  
PORTO ALEGRE/RS**

Trabalho de Diplomação apresentado à Comissão de Graduação do curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

**Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Porto Alegre  
Julho de 2018

**MARCO ANTÔNIO DE ANDRADE DA ROSA**

**RECUPERAÇÃO DE DESEMPENHO QUANTO À ESTANQUEIDADE  
COM A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO:  
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 05 de julho de 2018

Professora Cristiane Sardin Padilla de Oliveira  
Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Professor José Alberto Azambuja (UFRGS)**  
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Ana Paula Maran (UFRGS)**  
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **Agradecimentos**

Agradeço aos meus pais, Laura e Wilson, por todo apoio e esforço dado a mim durante toda minha vida.

Agradeço à Heloísa pelo apoio nas horas felizes e tristes de minha graduação

Agradeço ao pequeno Ozzy pelo carinho incondicional que só um cachorro consegue dar.

Agradeço à minha orientadora Cristiane Sardin pelo apoio a este trabalho. Por ser uma professora ímpar, um exemplo de compreensão e apoio acadêmico e um ser humano exemplar ainda acredito que o ambiente acadêmico pode ser agradável.

Agradeço ao BOD pelo apoio e momentos de descontração em meio ao caos acadêmico.

Agradeço aos meus amigos (DRAGS, OBJV, MÚSICOS, XERETA, 2018T e DESCULPA) que me ajudaram na forma mais singela possível na execução deste trabalho.

Agradeço de maneira especial a meus amigos e voluntários, Kenny Bakof, Livia Zoppas, Mateus “Psycho” Tanus, Milena Portela e Paula Heck, pela compreensão e disponibilidade de seus lares para a coleta dos dados necessária a este trabalho.

Agradeço a Alan Turing, Leo Sternbach e Willis Carrier, cujas criações possibilitaram e/ou facilitaram a conclusão deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas de graduação, que através de bons e maus exemplos me mostraram como seguir em frente.

## Resumo

O presente trabalho tem por objetivos realizar um estudo sobre a influência da umidade e seus efeitos sobre a estanqueidade em elementos construtivos e realizar um projeto de recuperação de desempenho dos elementos afetados nos casos estudados. A metodologia para o trabalho consistiu em, primeiramente, realizar extensa pesquisa bibliográfica sobre a umidade em construções, abordando suas fontes, causas, consequências, métodos construtivos pertinentes e como as normas brasileiras abordam o problema. Posterior a isto, foram realizadas visitas técnicas em três edificações com problemas relacionados à umidade advinda do solo, infiltração de água da chuva e por fonte accidental.

Para uma análise fidedigna foi realizado uma vistoria técnica detalhada em cada edificação. Nela foram analisadas todas as manifestações patológicas, fontes de umidade acessíveis, clima da região, entre outros parâmetros pertinentes que permitem avaliar de maneira precisa a fonte, extensão da patologia e outros fatores. Com tais dados em mãos foram elaborados diagnósticos de cada objeto estudado e prognósticos caso nenhuma intervenção fosse realizada.

Por fim, foi realizado um projeto completo de intervenção para recuperação da estanqueidade perdida dos elementos estudados. Para tal, foi estudado os tipos de intervenções previstas em norma, categorizando-as em métodos flexíveis e rígidos e os utilizando onde fossem pertinentes, elaborando a solução mais ótima possível, juntamente com uma análise econômica detalhada de cada intervenção.

Palavras-chaves: Estanqueidade, Impermeabilização, Recuperação de Desempenho.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Camadas genericamente demonstradas de um sistema de impermeabilização.....	22
Figura 2 - Comparativo entre superfície tratada e não tratada.....	34
Figura 3 - Fachada do Empreendimento.....	42
Figura 4 - Localização do empreendimento.....	43
Figura 5 - Planta baixa e locais com manifestações patológicas.....	44
Figura 6 - Bolhas no piso da área de pesos livres.....	45
Figura 7 - Bolhas no piso da área de abdominais.....	46
Figura 8 - Desagregação em início de processo.....	46
Figura 9 - Descolorimento por lixiviação (mancha azulada) e ponto de percolação de água (canto).....	47
Figura 10 - Pequenas vesículas e ponto de percolação de água.....	47
Figura 11 - Degradação de revestimentos, manchas, percolação e descolamento de piso	48
Figura 12 - Detalhe em perfil dos elementos construtivos atualmente.....	50
Figura 13 - Detalhamento em perfil dos elementos construtivos após intervenção sugerida.....	51
Figura 14 – Fachada oeste do prédio (mesmas dimensões que a fachada leste).....	56
Figura 15 - Localização do Prédio.....	56
Figura 16 – Detalhe da planta baixa da edificação, mostrando a fachada leste.....	57
Figura 17 - Foto da fachada leste com detalhes.....	59
Figura 18 - Foto aproximada do detalhe 1 referente à Figura.....	60
Figura 19 - Manifestações patológicas na parte interna da fachada, no quarto principal.	60
Figura 20 - Manchas e princípio de vesiculação na parte interna da fachada, no quarto principal.....	61
Figura 21 - Desagregação de detalhe em gesso e fissuração paralela à janela.....	61
Figura 22 - Detalhes 2 e 5 aproximados.....	62
Figura 23 - Vesiculação em estágio inicial na unidade 802.....	62
Figura 24 - Manchas na unidade 1002.....	63
Figura 25 - Parede em avançado estado de degradação na unidade 1002.....	63
Figura 26 – Manchas, eflorescências e possíveis criptoflorescências na unidade 1002..	64

Figura 27 - Fissuração e manchas na unidade 1002.....	64
Figura 28 - Perfil da porção de revestimento cerâmico.....	68
Figura 29 - Perfil da porção argamassada.....	68
Figura 30 - Juntas de dessolidarização em destaque.....	68
Figura 31 – Fachada do prédio.....	75
Figura 32 – Localização do prédio.....	75
Figura 33 – Planta baixa do pavimento de cobertura.....	77
Figura 34 – Planta baixa da área do banheiro.....	78
Figura 35 - Banheiro.....	79
Figura 36 - Marcas de tamponamentos já realizados.....	80
Figura 37 – Capa de cobrimento deteriorada e armadura exposta.....	80
Figura 38 - Armadura exposta com indícios de oxidação em evolução.....	81
Figura 39 - Caixa sifonada vista pelo lado inferior da laje (direção do fluxo ao detalhe)	82
Figura 40 - Caixa sifonada em vista superior à laje.....	83
Figura 41 – Imagem em corte da laje atualmente.....	84
Figura 42 - Imagem em corte da laje após intervenção sugerida.....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão das manifestações patológicas de acordo com a natureza de sua aparência.....	19
Tabela 2 - Tipos de classificação dos métodos de impermeabilização.....	22
Tabela 3 - Parâmetros de ensaio para mantas asfálticas (NBR 9952/2007).....	30
Tabela 4 - Quadro de áreas.....	52
Tabela 5 - Composições realizadas (1º parte).....	53
Tabela 6 - Composições realizadas (2º parte).....	54
Tabela 7 - Orçamento analítico.....	55
Tabela 8 - Relatos da proprietária da unidade 302 sobre manifestações patológicas causadas pela umidade vinda de infiltrações da fachada e as soluções.....	58
Tabela 9 - Especificação de camadas da porção em cerâmica.....	66
Tabela 10 - Especificação de camadas da porção argamassada.....	66
Tabela 11 - Áreas pertinentes à intervenção.....	69
Tabela 12 - Composições realizadas (1º Parte).....	70
Tabela 13- Composições realizadas (2º Parte).....	71
Tabela 14- Composições realizadas (3º Parte).....	72
Tabela 15 - Composições realizadas (4º Parte).....	73
Tabela 16 - Orçamento analítico.....	74
Tabela 17 - Quadro de áreas.....	85
Tabela 18 - Composições realizadas (1º parte).....	86
Tabela 19 - Composições realizadas (2º parte).....	87
Tabela 20 - Composições realizadas (3º parte).....	88
Tabela 21 - Composições realizadas (4º parte).....	89
Tabela 22 - Orçamento analítico.....	90
Tabela 23 – Dados obtidos no trabalho.....	93



## **LISTA DE SIGLAS**

NBR – Norma Brasileira

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo

°C – Grau Celsius

IIR – Poliisobutileno Isopreno

SBS – Estireno-Butadieno-Estireno

SBR – Estireno-Butadieno-Ruber

APP – Policropilino Atático

PVC – Policloreto de Vinila

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

EPDM – Etileno-Dieno-Monômero

PVA – Acetato de Vinila

C.E.F. – Caixa Econômica Federal

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. DIRETRIZES DA PESQUISA .....	12
2.1. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	12
2.2. DELIMITAÇÕES .....	12
2.3. LIMITAÇÕES.....	12
2.4. DELINEAMENTO .....	12
3. PROBLEMAS EM EDIFICAÇÕES ASSOCIADOS A PRESENÇA DE UMIDADE ...	14
3.1. ORIGEM DA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES.....	14
3.2. DEFINIÇÃO DE PATOLOGIA E MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA.....	16
3.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS À UMIDADE .....	16
4. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	20
4.1. DEFINIÇÃO DE ESTANQUEIDADE E IMPERMEABILIZAÇÃO .....	20
4.2. TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E EXECUÇÃO .....	20
4.3. IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL .....	22
4.4. IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA .....	32
5. ORÇAMENTAÇÃO E ORÇAMENTO .....	38
6. ANÁLISE DE OBJETOS .....	41
7. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	93
8. CONCLUSÃO.....	95
REFERÊNCIAS.....	96
ANEXO .....	101

## 1. INTRODUÇÃO

São inerentes os danos causados pela umidade em edificações. As patologias e manifestações patológicas associadas à umidade se encontram sem distinção no âmbito da engenharia civil. Estas atacam construções de qualquer padrão, de acordo com o clima, localização, insolação, rotina de manutenção e outros fatores diretamente ligados à sua aparição.

No modo brasileiro de lidar com as construções, é perceptível o negligenciamento constante à manutenção preventiva, atingindo, deste modo, diretamente a qualidade dos elementos que garantem a estanqueidade mínima necessária. Com esta situação, torna-se necessário intervenções, por vezes muito onerosas, que visam o reestabelecimento do bom desempenho dos elementos construtivos que combatem os efeitos nocivos da água e umidade, muitas vezes também englobando a recuperação de desempenho dos elementos que deveriam ter sido protegidos.

O rápido avanço tecnológico na área da construção civil disponibiliza uma vasta possibilidade de métodos para intervenção dos problemas referidos. Combinado com a constante demanda deste tipo de intervenção, se vê necessário uma contínua abordagem acadêmica sobre o assunto. Desta maneira, torna-se possível a avaliação de novas técnicas surgidas, a mensuração seus resultados para cada situação possível, a comparação de sua eficiência com a de outros métodos já consolidados e quantificação de sua eficácia econômica.

Visando tal situação, será realizado um trabalho em diferentes etapas. Primeiramente será realizado um referenciamento bibliográfico sobre o papel da umidade na construção, analisando-se suas fontes, causas e consequências. Posteriormente serão analisados os métodos de impermeabilização disponíveis no mercado regional, suas características, preços e possibilidades de aplicação. Após estas etapas teóricas, serão analisadas construções que apresentem ao menos uma das manifestações patológicas abordadas anteriormente a fim de realizar um diagnóstico detalhado da situação presente. Por último, será realizado, concomitantemente, um prognóstico e um plano de ação a fim de elucidar o problema constatado, verificando uma solução tecnicamente ótima e economicamente viável. Desta maneira, espera-se demonstrar a efetividade dos métodos aplicados.

## **2. DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho serão descritas nos próximos itens.

### **2.1.OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa são separados em principal e secundários e estão descritos a seguir.

#### **2.1.1. OBJETIVO PRINCIPAL**

O objetivo principal é realizar um estudo de caso acerca da recuperação de desempenho à estanqueidade através de técnicas de impermeabilização.

#### **2.1.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

Para atingir o objetivo principal da pesquisa será necessário o alcance de outros objetivos secundários:

- a) Avaliar as diferentes formas de origem de umidade em edificações;
- b) Avaliar patologias e manifestações patológicas causadas pela presença de umidade;
- c) Realizar um plano de ação com intervenções pertinentes ao diagnóstico obtido;
- d) Realizar orçamentação das intervenções sugeridas.

## **2.2.DELIMITAÇÕES**

O trabalho analisou 3 edificações que apresentam manifestações patológicas em regiões localizadas no Município de Porto Alegre.

## **2.3.LIMITAÇÕES**

O trabalho limitou-se a analisar poucos casos por origem da umidade identificada, não caracterizando um levantamento estatístico e sim, um estudo de caso.

## **2.4.DELINEAMENTO**

O trabalho foi realizado através das etapas representadas no plano de trabalho e são divididos em:

- a) Referência bibliográfica;
- b) Coleta de dados
- c) Diagnóstico
- d) Plano de ação
- e) Prognóstico

A pesquisa bibliográfica se realizou com o intuito de averiguar na literatura nacional e internacional como é analisado o assunto do trabalho. Abordagens sobre impermeabilização não são novidades, porém a constante renovação tecnológica na área faz com que seja pertinente e necessária esta contínua abordagem sobre o assunto.

A etapa de coleta de dados se refere às visitas realizadas a edificações disponibilizadas para o estudo. Nelas foram realizadas vistorias nos locais com manifestações patológicas e levantamentos fotográficos da situação a ser diagnosticada.

A etapa de diagnóstico realizou-se após o levantamento dos dados necessários para tal. Nesta etapa foram analisadas as possíveis fontes da umidade causadora das manifestações patológicas, avaliação do estado em que os elementos construtivos se encontram, possíveis danos reversíveis e irreversíveis a estes, entre outras ocorrências.

Os planos de ação realizaram-se à luz da NBR 9575 (ABNT, 2010), que rege, no âmbito da engenharia civil, o que for relacionado a impermeabilização. Para cada caso foi realizado um plano de ação tecnicamente ótimo, com o que mais eficaz que o mercado da região de Porto Alegre pode oferecer, e economicamente sustentável, em que o custo benefício pese mais para as tomadas de decisão.

### 3. PROBLEMAS EM EDIFICAÇÕES ASSOCIADOS A PRESENÇA DE UMIDADE

Falhas relacionadas à umidade são uma fonte importante de prejuízos nas edificações. Elas podem aparecer a qualquer momento da vida útil ou construção da edificação, permanecerem incógnitas durante períodos expressivos e atacar qualquer elemento construtivo, possibilitando graves danos ao conforto dos usuários ou sua segurança.

Desta maneira o estudo das manifestações patológicas relacionadas à umidade, juntamente com seus mecanismos e consequências, é parte primordial no processo de seu combate. Entender como funciona cada falha e suas prováveis fontes favorecem a diminuição de seu aparecimento ou aumentam a chance de rastreabilidade e êxito na manutenção se pré-existentes. Da mesma forma, conhecer as possíveis origens da entrada da umidade em uma edificação, procurando evitá-las.

#### 3.1. ORIGEM DA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

A palavra umidade remete a uma qualidade em que o elemento questão se encontra de maneira parcial ou totalmente molhado. Deste modo pode-se inferir que há uma ação contínua da água no objeto observado. Segundo o *Centre Scientifique et Technique de la Construcion* (1982 apud Polisseni, 1986, p. 26) existem diversas causas para a existência de umidade em uma edificação, constatando-se pequenas variações desta de como é tratada de um país para o outro. No entanto, consolidou-se que as causas são:

- a) ascensionalidade advinda do solo;
- b) absorção e penetração de água de chuva;
- c) condensação de vapores;
- d) advinda da higroscopicidade dos materiais utilizados;
- e) incorporada no processo de construção;
- f) acidental.

Segundo Oliveira (2015), a umidade advinda por ascensionalidade do solo é um fenômeno observado principalmente no contato dos elementos construtivos de uma edificação com um solo úmido. Tal situação ocorre pela água se utilizar de espaços e poros existentes pela descontinuidade do material, que está na base da construção, para ascender e atingir um equilíbrio hidrostático. Figueiredo (2003) explicita que este fenômeno pode apresentar caracteres contínuos ou sazonais, dependendo do regime de chuva ou do nível do lençol freático da área observada.

As ações de absorção e penetração de água da chuva são entendidas por Figueiredo (2003) como a umidade ocorrida basicamente pelo contato da água da chuva com a edificação. A partir de seu entendimento, ao entrar em contato direto com os elementos de fachada ou cobertura, a umidade penetra diretamente na edificação, muitas vezes facilitada por um sistema de impermeabilização ineficiente.

Para Oliveira (2015), Figueiredo (2003) e Righi (2009), o fenômeno da condensação ocorre com a combinação da alta concentração de vapores de água e superfícies com temperaturas inferiores ao ponto de orvalho. Tal situação é bastante observada em locais pequenos e/ou com bastante uso de água, como banheiros, cozinhas, garagens, etc. A umidade oriunda deste processo se deposita nas superfícies existentes no ambiente e costuma deteriorar mais elementos com maiores densidades e não costuma penetrar a grandes profundidades dos elementos expostos. Em casos extremos, as gotículas formadas favorecem o crescimento de microrganismos no local.

Segundo o Dicionário Prático de Engenharia Civil (2017), a higroscopicidade é uma “qualidade de um produto para absorver a umidade do ar, de forma a estabelecer um equilíbrio com o meio ambiente”. Deste modo é possível inferir que tal característica está atrelada à possibilidade da umidade do ar se infiltrar nos materiais constituintes da edificação e ali se instalar, fazendo com que todos os efeitos possíveis da água na construção ocorram através deste fenômeno.

Para Verçoza (1991 apud Souza, 2008) e Klein (1999 apud Souza, 2008) entende-se como incorporada ao processo toda a umidade que é necessária à obra, mas que desaparece no prazo máximo de seis meses. A fonte deste tipo encontra-se, principalmente, dentro dos poros dos materiais que necessitam de água para sua utilização, como concretos, argamassas, pinturas, etc.

Segundo Righi (2009), a umidade accidental é oriunda das falhas dos sistemas de tubulações. A sua existência está presente principalmente em edificações com idade avançada quando a manutenção preventiva não é realizada devidamente. Para Verçoza (1991 apud Souza, 2008), este tipo de umidade é bastante danoso à edificação, tendo em vista que sua detecção é difícil pois o encanamento está coberto pela construção e seu aparecimento geralmente ocorre através das consequências que esta traz aos elementos construtivos.

### **3.2. DEFINIÇÃO DE PATOLOGIA E MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA**

Para Oliveira (2015), nota-se uma compreensão distorcida sobre os conceitos de patologia e manifestação patológica. Deste modo, atribui-se a ação de uma a outra, descaracterizando sua natureza perante o grande público e fazendo com que seu combate seja feito de maneira equivocada.

- a) A patologia é, para Silva (2001 apud Oliveira, 2015), como se procura explicar as anomalias observadas numa construção. Deste modo, percebe-se que o termo patologia está associado com causa e motivos das situações observadas.
- b) Também segundo Silva (2001 apud Oliveira, 2015), o termo manifestação patológica está diretamente ligado à consequência de um dado mecanismo de degradação. Portanto, para fins práticos, entende-se como o efeito real causado pela ocorrência analisada.

### **3.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS À UMIDADE**

Para a utilização sadia e eficaz da edificação é necessário entender os processos que acabam por deteriorá-la. Deste modo, vale ressaltar a abordagem de Ripper (1984):

“A umidade é o maior inimigo das construções e da saúde dos seus ocupantes. E é justamente contra este mal que não se tomam muitos cuidados nas obras, por falta de conhecimentos das soluções corretas ou por falta de senso de responsabilidade, partindo-se para soluções mais baratas, mesmo por simples negligência do pessoal encarregado da execução. É de se admirar que justamente em regiões como a nossa, onde são frequentes chuvas em grandes quantidades e intensidades, notam-se frequentemente falhas neste particular. Principalmente nas residências, não é bem cuidada a proteção da alvenaria e dos pisos, contra a umidade, a negligência no tratamento dessa proteção é como que um crime contra a saúde dos ocupantes (RIPPER, 1984:42).”

Percebe-se, portanto, que a umidade é um dos agentes nocivos que o combate mais deve ser levado em consideração. Assim, a prevenção e manutenção em dia deve ser sempre uma constante para que os prejuízos que a umidade e as patologias relacionadas a ela sejam evitadas ao máximo. Para Souza (2008), as principais perdas relacionadas à perpetuação da umidade nos elementos construtivos são os prejuízos funcionais da edificação, o desconforto e desgaste à saúde do usuário, danos a equipamentos e bens presentes em seu interior e demais prejuízos financeiros. Segundo Verçoza (1985 apud Santos, 2014) os defeitos relacionados à



impermeabilização e, conseqüentemente, à umidade podem ser goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências, gelividade e deterioração.

Souza (2008) diz que a goteira é, predominantemente, uma consequência de defeito nos aparelhos de coleta e proteção da chuva. Calhas, condutores, telha, entre outros, quando mal colocados ou preservados são a principal fonte deste sintoma, sendo de fácil detecção e relativa simplicidade a sua resolução. Para Santos (2014) as goteiras também são uma manifestação patológica relevante consequente de vazamentos e infiltrações em marquises, terraços, floreiras, etc.

As manchas, em geral, são resultado da saturação de água em um local específico. A concentração de água, segundo Souza (2008), possui diversas fontes como falhas na cobertura, rupturas, água de solo, vazamentos, entre outros.

A palavra mofo remete comumente a fungos ordinários encontrados principalmente em lugares úmidos e de pouca incidência solar. Para Resende (2001), são importantes agentes biológicos atuantes na edificação, sendo mais observados em fachadas, marquises, banheiros, entre outros, possuindo como principal característica a necessidade d/e temperaturas entre 10° e 35° e um alto teor de umidade do ambiente, notando-se, assim, o papel direto da água em estado gasoso na facilitação de sua proliferação.

A ferrugem é um dos produtos da oxidação do ferro e do aço. Nas construções, o principal material que gera ferrugem é o ferro presente nas armaduras de concreto armado que, ao entrar em contato com a água infiltrada, oxida, aumentando de volume e promovendo a desagregação das barras e do cobrimento de concreto. Segundo Verçozza (1985 apud Santos, 2014), a utilização de substâncias que ao entrar em contato com a água se tornam oxidantes é muito grave, gerando ácidos que podem corroer a armadura rapidamente.

As eflorescências são outro tipo de manifestação com bastante relevância no desempenho das edificações. Para Resende (2001), elas são depósitos salinos encontrados na superfície de revestimentos vindos do deslocamento de sais solúveis existentes na composição destes. Já Uemoto (1988) descreve o processo de constituição das eflorescências sendo, primeiramente, a dissolução dos sais pela ação da água presente dentro do revestimento e sua posterior evaporação, acarretando o depósito dos sais antes dissolvidos na superfície e, finalmente assim, formando a eflorescência.

Segundo Santos (2014), as criptoflorescências possuem o mesmo mecanismo de formação química das eflorescências. Porém, diferentemente destas, as criptoflorescências se fixam no

interior da parede ou estrutura afetada, causando aumento de volume a uma pressão interna que resulta em rachaduras e aumento de volume.

Para Verçozza (1985) explica-se o fenômeno da gelividade através da penetração de água em elementos construtivos e seu posterior congelamento. Com base no comportamento físico corriqueiro da água sabe-se que o congelamento se observa aos 6° Celsius. Como consequência, nota-se fissurações e perda de resistência da superfície da peça afetada, consequências da expansão da água em estado sólido.

A deterioração, segundo Santos (2014), é o processo a longo prazo motivado por todas as causas citadas acima. Com o passar do tempo e falta de manutenção adequada quando existe manifestações patológicas as peças afetadas deterioram e tem seu desempenho comprometido. Deteriorações são, segundo Souza (2008), geralmente relacionados a mais de uma causa.

Vale ressaltar que existem outras formas de abordar e classificar as manifestações patológicas existentes. Para Pinto (1996 apud Righi, 2009) deve-se considerar em análises de patologias e manifestações patológicas fenômenos como a carbonatação, degradação de elementos como o concreto e peças de gesso, desagregação de argamassas e tijolos maciços, o desenvolvimento de vegetação e vesículas e a aparição de fissuração devido a higroscopicidade.

A carbonatação é a despassivação da armadura do elemento estrutural. Isto ocorre devido a interação do concreto com o gás carbônico do ar da atmosfera, diminuindo sua alcalinidade e, consequentemente, seu efeito protetivo a favor da armadura.

De acordo com o dicionário oficial da língua portuguesa, degradação é entendida como um processo natural de desgaste e/ou decomposição. Desta maneira, para elementos construtivos, podemos encarar como sendo a descaracterização de suas propriedades devido a ação de um fator externo à peça. Para peças de concreto este fenômeno ocorre através da lixiviação e da dissolução dos sais existentes nelas. Em forros de gesso, além da dissolução e lixiviação de sais, ocorre o aparecimento de bolores, descascamento da pintura, desagregação do revestimento da peça, entre outros.

A desagregação em argamassas ocorre, inicialmente, com a mudança de coloração seguido de uma fissuração exagerada, fazendo com que o efeito aglomerante do cimento seja perdido, principalmente por conta de sulfatos e cloretos formados em reação com água.

Em tijolos maciços, a desagregação ocorre a partir da formação de um pó de coloração avermelhada e o descascamento em forma de escamas das peças de barro. Isto ocorre devido a sulfatos formados no interior da peça de barro e também pela pressão hidrostática exagerada.

O aparecimento de vegetação se dá em pontos onde há um exagerado acúmulo de umidade. Outro fator determinante para a fixação de plantas em uma edificação é a incidência exagerada de fissuração, o que facilita a penetração de raízes e a consolidação da planta.

As vesículas são bolhas observadas principalmente em pinturas. Estas possuem em seu interior diversas colorações, de acordo com a fonte de umidade que está associada ou a peça em que está em contato, facilitando o rastreio da causa de sua manifestação.

A higroscopicidade inerente aos materiais fazem com que as peças da edificação adquiram ou percam umidade de acordo com a umidade atmosférica observada. Desta forma, observa-se um contínuo ciclo de retração e expansão em função de tal umidade que origina a manifestação de fissurações e todas as consequências associadas a ela.

Baseado nas informações e nos autores supracitados, foi elaborada a Tabela 1 de acordo com a natureza de cada manifestação patológica:

*Tabela 1 - Divisão das manifestações patológicas de acordo com a natureza de sua aparição*

Natureza	Manifestação Patológica
Física	Gotejamento Fissuração Gelividade
Química	Carbonatação Ferrugem Eflorescência Criptoflorescência Saturação Desagregação Vesículas Lixiviação
Biológica	Vegetação Mofo

*Fonte: Elaboração Própria*

## **4. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

A estanqueidade da construção é um dos parâmetros mais relevantes para o seu usuário. Portanto é necessário que seja realizado de maneira eficiente um projeto que contemple métodos e materiais que tornem possível uma edificação obter a estanqueidade necessária para propiciar um conforto mínimo durante sua utilização.

Com o intuito de alcançá-la da melhor forma possível, desenvolveu-se toda uma ciência especializada em repelir os efeitos da água nos elementos construtivos executados. Com o passar do tempo buscou-se uma contínua melhora dos métodos disponíveis na construção civil, através de pesquisa de materiais e processos construtivos.

### **4.1.DEFINIÇÃO DE ESTANQUEIDADE E IMPERMEABILIZAÇÃO**

O significado das palavras estanqueidade e impermeabilização são diretamente ligados na construção civil e normatizados pela NBR 9575 (ABNT, 2010) Nela tem-se a estanqueidade como “propriedade de um elemento (ou conjunto de componentes) de impedir a penetração ou passagem de fluidos através de si”. Deste modo, é possível fazer uma relação direta com impermeabilização, tendo em vista que esta é o “conjunto de operações e técnicas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, vapores e da umidade”.

### **4.2.TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E EXECUÇÃO**

Para Righi (2009), deve-se atentar quanto as circunstâncias em que o sistema de impermeabilização será submetido. Segundo Sabbatani (2006 apud Righi, 2009) os principais fatores a serem observados são as pressões hidrostáticas observadas, frequências de aparecimento de umidade, exposições ao sol e as cargas, movimentações de substrato e extensões necessárias para aplicação. Deve-se considerar também os requisitos mínimos de desempenho, racionalização construtiva, construtibilidade, adequação do sistema ao restante da edificação, custos, durabilidades, entre outros.

De acordo com os escopos da NBR 9574 (ABNT, 2008) e NBR 9575 (ABNT, 2010) é necessário também que a impermeabilização seja capaz de atender requisitos mínimos de proteção contra a passagem de fluidos, salubridade, segurança e conforto. Deste modo, a escolha do método, do projeto e da execução devem atentar de maneira satisfatória a tais

requisitos. Tendo em vista isto, juntamente com a variabilidade de métodos disponíveis no mercado, é necessário avaliar a natureza de cada tipo de intervenção, assim como seus pontos fortes e fracos.

De acordo com Oliveira (2015), há diversas classificações quanto à aderência, flexibilidade, método de execução, e materiais:

a) quanto à aderência:

Aderente: Aplica-se uma fixação entre a impermeabilização e o substrato de aplicação. Isto pode se dar através de fusão do material impermeabilizante de maneira direta no local de aplicação, através de fixadores mecânicos ou adesivagem;

Não aderente: Ausência de métodos de fixação. Deste modo procura-se isentar a impermeabilização das movimentações do substrato e, deste modo, evitar fissurações ou rupturas na camada impermeabilizante;

b) quanto à flexibilidade:

Flexível: São materiais com certa elasticidade e capazes de absorver adequadamente movimentações não exageradas do substrato de aplicação;

Rígidos: Geralmente são de caráter monolítico e não suportam de maneira adequada movimentação do substrato, sendo utilizados em locais onde não é esperado tal fenômeno;

c) quanto ao método de execução:

Moldado in loco: Tem seu material estruturado e processado diretamente no local de aplicação, sendo muitas vezes necessária usinagem ou queima do material diretamente nos locais de fissuração ou umidificação;

Pré-Moldado: Sua estruturação vem pronta de fábrica, sendo apenas necessária a fixação nos locais determinados em projeto;

d) quanto ao material:

Classificação com uma diferenciação baseada na natureza química do método, podendo ser cimentícios, asfálticos ou poliméricos.

A ABNT utiliza dois tipos de classificação para impermeabilizações. Para execução, a NBR 9574 (ABNT, 2008) utiliza uma classificação quanto à flexibilidade, enquanto a NBR 9575 (ABNT, 2010) utiliza o tipo de material para classificação normativa. A Tabela 2 mostra de maneira resumida as tipificações que cada abordagem possui:

**Tabela 2 - Tipos de classificação dos métodos de impermeabilização**

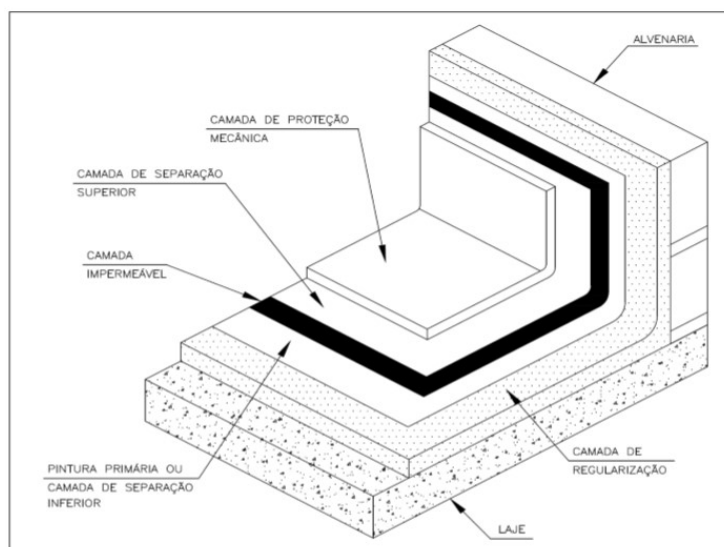
Classificação quanto	Tipos
À aderência	Aderente vs Não Aderente
À Flexibilidade	Rígida vs Flexível
Ao método de execução	In-loco vs Pré-Moldado
Ao material	Cimentícios vs Asfálticos vs Poliméricos

*Fonte - Elaboração própria*

### 4.3.IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL

Segundo Righi (2009) entende-se que “impermeabilização flexível compreende o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração e podem ser de dois tipos, moldadas no local e chamadas de membranas ou pré-fabricadas e chamadas de mantas”. Em geral, os métodos flexíveis são divididos em membranas e mantas e são constituídas por diversas camadas, como demonstrado de maneira genérica pela Figura 1.

**Figura 1: Camadas genericamente demonstradas de um sistema de impermeabilização**



*Fonte: Souza; Melhado (1998)*

A principal diferença entre mantas e membranas se dá em suas definições encontradas na NBR 9575 (2010). Nela, entende-se manta como um produto pré-fabricado, enquanto membrana, necessariamente, se dá em moldagem in loco. De acordo ainda com esta NBR 9575 (2010) e com Righi (2009), as membranas podem ou não ser estruturadas. Observa-se como principais estruturantes deste método telas de poliéster, véu de fibra de vidro e não-tecidos de poliéster. A existência e o tipo de estruturante é definido em projeto e durante sua execução deve aplicar o material impermeabilizante até atingir a espessura especificada no memorial de cálculo, sendo

este aplicado sobre o estruturante, se existente. Os métodos construtivos mais utilizados estão citados na NBR 9574 (2008).

É observado que os métodos de impermeabilização flexíveis apresentam mais de uma camada. Geralmente variando de 2 a 3 camadas, todos os métodos apresentando uma camada de substrato, servindo de suporte para o restante da aplicação e, por algumas vezes, uma camada de regularização, quando tal ação não pode ser realizada diretamente no substrato. Os substratos também se diferem entre si, não possuindo uma classificação normatizada, porém seguem padrões que a própria NBR 9574 (ABNT, 2008) repete.

Por conta disso as diferentes maneiras de execução de substratos foram divididas, baseado em informações da norma, apresentadas a seguir.

- a) Substrato I: O substrato deve apresentar firmeza, coesão, regularidade, ser seco, limpo, isento de corpos estranhos à impermeabilização, restos de outras etapas da construção, ferragens, restos de desmoldantes, falhas, bicheiras, ninhos, entre outros.

É necessário também apresentar declividade em áreas horizontais mínima de 1 por cento (1%), sendo esta em direção aos coletores de água. É permitido, para calhas e áreas internas, uma declividade mínima de meio por cento (0,5%). Cantos necessitam estar em meia cana e arestas arredondadas.

- b) Substrato II: Acerca das condições de declividades, acabamentos, limpeza, coesão, regularidade e afins, o substrato II apresenta a mesma regulação do substrato I. Entretanto, o substrato em questão deve se apresentar úmido para a aplicação da camada impermeabilizante e isento de filme ou jorro de água. Também é necessária especificação, em projeto, de qualquer elemento transpassante que possa atingir a camada impermeabilizante, a fim de evitar interações não desejadas e posterior deterioração de toda a aplicação.
- c) Substrato III: Condições básicas e isenção de elementos indesejáveis é a mesma para o substrato I. Suas declividades devem ser padrão para qualquer parte da edificação e devem apresentar valores mínimos de dois por cento (2%) em direção aos coletores de água.
- d) Substrato IV: Condições iniciais de apresentação e declividades são as mesmas observadas no substrato I. No caso de a superfície resultante da aplicação do substrato não ser satisfatória para aplicação da camada impermeabilizante, é necessária a execução de uma camada de regularização. Se tal camada não for

possível de ser executada, é necessária a utilização de uma camada berço para o restante da impermeabilização.

#### **4.3.1. MEMBRANA DE ASFALTO MODIFICADO SEM ADIÇÃO DE POLÍMERO**

Este tipo de material é baseado em produtos derivados do C.A.P. (Cimento Asfáltico de Petróleo), segundo Soares (2014). Geralmente utilizados contra água de percolação, água de condensação e umidade advinda do solo através da aplicação de uma membrana sob o substrato. De acordo com Denver (2015 apud Carlos e Silva, 2015), sua utilização é bastante observada também como proteção para contrapisos e como primer para mantas asfálticas.

O substrato mais indicado pela NBR 9574 (2008) para este material é o tipo I. A camada impermeabilizante necessita, inicialmente, de uma demão de imprimação. Após sua aplicação recomenda-se o aquecimento do material impermeabilizante a temperaturas entre 190 e 220 graus Celsius, de forma que o componente fique maleável para a aplicação e molde da impermeabilização. A Norma indica a utilização de meadas de fio de juta para a aplicação do material quente e que sua espessura final fique em torno de 10 milímetros.

#### **4.3.2. MEMBRANA DE ASFALTO MODIFICADO COM ADIÇÃO DE POLÍMERO**

Segundo Carlos e Silva (2015), a adição de polímero à membrana de asfalto modificado acarreta em melhora na resistência mecânica, redução da termossensibilidade, melhora na coesão entre partículas, na elasticidade e na resistência à fadiga e envelhecimento.

A obtenção de um substrato adequado para este método se dá a partir do tipo I. Para a camada impermeabilizante aplica-se, primeiramente, uma demão de imprimação com instrumentos especificados em norma, aquece-se o asfalto entre 160 e 180 °C e aplica-se o asfalto aquecido. É necessário estender os estruturantes com sobreposição mínima de 10 centímetros, aplicando-se sobre este quantas demãos forem necessárias para sua saturação. Tal processo é repetido até a obtenção dos parâmetros especificados em projeto.

#### **4.3.3. MEMBRANA DE EMULSÃO ASFÁLTICA**

Este tipo de impermeabilização, segundo Carlos e Silva (2015), utiliza as propriedades impermeabilizantes do asfalto através de uma emulsão realizada com água. A combinação do



asfalto com as cargas minerais da água aumenta sua resistência ao escoamento em altas temperaturas, porém sua flexibilidade e resistência à fadiga e envelhecimento são prejudicados, fazendo com que seja desaconselhável a utilização deste método em situações que tais parâmetros sejam importantes para o desempenho da impermeabilização.

As camadas são obtidas, primeiramente, com o assentamento de um substrato tipo I. Após isto, aplica-se uma demão de produto de imprimação, estende-se o material estruturante com sobreposições de dez centímetros pela superfície a ser impermeabilizada e aplica-se as demãos subsequente do material impermeabilizante, repetindo o processo até todo material estruturante ser preenchido. A NBR 9574 (2008) cita que todas as fases envolvidas no processo (secagem, ferramentas, instruções de segurança, etc.) devem seguir estritamente as recomendações do fabricante do produto utilizado.

#### **4.3.4. MEMBRANA DE ASFALTO ELASTOMÉRICO EM SOLUÇÃO**

A solução deste método citado, segundo Carlos e Silva (2015), é obtida a partir da solubilização do asfalto oxidado com um solvente apropriado ao invés de água, permitindo-se que a membrana seja aplicada a frio. A aplicação do substrato e da camada impermeabilizante se dá da mesma maneira que para membranas de emulsão asfáltica.

#### **4.3.5. MEMBRANA ELASTOMÉRICA DE POLICLOROPRENO E CLOROSSULFONADO**

Este tipo de material já foi regulado, outrora, pela NBR 9396 (2007) que, atualmente, encontra-se cancelada e sem norma substituta. Tais materiais, segundo Caliari e Silva (2016), são considerados borrachas de caráter simples e especial, respectivamente.

A NBR 9574 (2008) diz que para a instalação deste tipo de membrana é necessário um substrato I juntamente com uma camada de imprimação que ajuda na ancoragem. Após isto, estende-se o estruturante e aplica-se uma camada mínima que garante cobertura de qualquer estruturante permitido por norma.

#### **4.3.6. MEMBRANA ELASTOMÉRICA DE POLISOBUTILENO ISOPRENO (I.I.R), EM SOLUÇÃO**

Segundo Moraes (2002), este tipo de membrana foi desenvolvido na década de trinta, nos Estados Unidos da América, e é recomendada para ser instalada em locais fissuráveis ou já fissurada, tratamento de juntas, entre outras situações.

O processo de execução e aplicação de tal impermeabilização é descrito da mesma maneira que as membranas de emulsão asfáltica.

#### **4.3.7. MEMBRANA ELASTOMÉRICA DE ESTIRENO-BUTADIENO-ESTIRENO (S.B.S)**

Segundo Santos (2012), o S.B.S. é uma borracha sintética produzida por petroquímicas que apresenta diversos acabamentos superficiais. Pode se apresentar como areia/polietileno (AP), polietileno/polietileno e como agregado mineral, sendo o último bastante observado em estruturas com inclinação maior que 30%.

Sua preparação consiste em um substrato de apoio do tipo I. Para a execução do restante inicia-se, primeiramente, o substrato com uma camada de imprimação e repete-se o processo demonstrado para membranas asfálticas modificadas sem polímeros.

#### **4.3.8. MEMBRANA ELASTOMÉRICA DE ESTIRENO-BUTADIENO-RUBER (S.B.R.)**

Tal membrana é executada a partir da mistura de betume com estireno-butadieno-estireno, um tipo de borracha com alta resistência a abrasão (Brito et al, 2005). Deste modo, evidencia-se que o método em questão é largamente utilizado em locais com alta taxa de passagem e que requerem mais resistência por conta do fluxo acentuado, como pisos e pavimento de estacionamentos.

A execução deste método utiliza como ancoragem o substrato do tipo I. Após sua aplicação inicia-se a camada de impermeabilização, se necessário, com uma demão de imprimação homogênea, podendo ser através de aplicação mecânica. Posteriormente, aplica-se o restante de mãos quantas vezes for necessário até haver o cobrimento total dos elementos estruturantes.

#### **4.3.9. MEMBRANA DE POLIURETANO**

Sobre este método Carlos e Silva (2015) esclarece:

“A membrana de Poliuretano é um sistema de impermeabilização de alta tecnologia para ser utilizada nas mais diversas aplicações de impermeabilização e revestimento de proteção de superfícies. Um sistema monolítico, sem juntas ou emendas a base de resinas elastoméricas de poliuretano, de elevada durabilidade, alta elasticidade e grande capacidade de aderência a diversos substratos (CARLOS E SILVA, 2015, p.33).”

As vantagens desta técnica são inúmeras. Carlos e Silva (2015) cita como as mais relevantes sua resistência à radiação ultravioleta, alta flexibilidade, aderência a diversos tipos de substratos, entre eles concretos, metais e madeira, caráter monolítico, ausência de juntas, entre outros. Deste modo, a aplicação deste material é observada para diversos fins, entre eles reservatórios, áreas subterrâneas e enterradas, áreas frias residências e industriais, etc.

Para sua aplicação, a NRB 9574 (2008) aconselha o substrato I. Após seu término, a mistura dos componentes da camada impermeabilizante deve ser feita de maneira que, manual ou mecanicamente, obtenha-se um composto homogêneo capaz de ser aplicado de maneira ágil. Se necessário, permite-se uma demão de imprimação para a fixação de material estruturante, desde que não reagente com o produto e que seja totalmente coberto pela impermeabilização.

#### **4.3.10. MEMBRANA DE POLIURETANO MODIFICADO COM ASFALTO**

Encontram-se, geralmente, em reservatório de água potável, tanques de efluentes e locais propensos a ambientes agressivos. Houssein (2013) descreve este material como sendo bi componente, de aplicação à frio, de grande estabilidade química e elasticidade e alta resistência à temperatura.

Segundo a NBR 9574 (2008), possuem o mesmo processo de fixação da camada impermeabilizante que membranas elastoméricas S.B.R. O tipo de substrato mais compatível a este tipo de material é o do tipo I.

#### **4.3.11. MEMBRANA DE POLÍMERO COM CIMENTO**

Segundo Righi (2009), tal método se destaca por possuir resistência a pressões hidrostáticas positivas. Por tal, ele é indicado, principalmente, para torres de água e reservatórios de água potável, pois não altera a potabilidade, sendo atóxico e inodoro e acompanha as movimentações observadas neste tipo de estrutura (Denver, 2008).

Para a aplicação deste método, deve executar duas camadas: substrato e camada impermeabilizante. O substrato deve ser realizado de maneira que se mostra “firme, coeso,

regular, homogêneo, com declividade nas áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água. Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0,5%” (NBR 9574, 2010). É necessário também uma atenção especial em cantos e arestas, pois determinando-se por norma que estes devem ser arredondados sempre que a impermeabilização solicitar, seja para harmonização ou outro fator qualquer. Para a aplicação da camada impermeabilizante, ainda segundo a norma, deve ser observado se o substrato está limpo e úmido e se qualquer substância que possa transpassá-lo esteja previamente prevista.

Ao pensar na camada impermeabilizante deve-se, primeiramente, pensar na argamassa a ser assentada. Esta deve-se encontrar homogênea após a mistura do pó com a resina, podendo tal mistura ser realizada de maneira manual ou mecânica e sendo respeitado o tempo de utilização da mistura, não passando do período de utilização recomendado pelo fabricante a fim de manter a qualidade em nível satisfatório. As aplicações devem ser realizadas em duas demãos, respeitando o tempo mínimo de 2 a 6 horas de intervalo entre cada uma, sendo a primeira realizada diretamente no substrato e mantendo a umidade para a aplicação da segunda (caso tal camada secar é permitido a reumidificação desta). O estruturante, se for utilizado, deve ser aplicado após a primeira demão.

#### **4.3.12. MEMBRANA ACRÍLICA**

Carlos e Silva (2015) aponta este tipo de solução como sendo uma boa opção para estruturas enterradas, reservatórios em geral e elementos estruturais encontrados no lado externo da edificação. Denver (2015 apud Carlos e Silva, 2015) explica que se trata de uma impermeabilização formulada à base de resinas acrílicas em meio aquoso.

O tipo de substrato utilizado para tal técnica é o do tipo III. A camada impermeabilizante se dá através de um processo onde instala-se um elemento estruturante após uma primeira demão a fim de fixá-lo e aplica-se demais demãos até o cobrimento total deste, sempre observando o consumo e a secagem entre aplicações de maneira que respeite as instruções do fabricante.

#### **4.3.13. MANTAS ASFÁLTICAS**

Mantas são consideradas membranas pré-fabricadas (Righi, 2009). Feitos à base de asfaltos modificados com polímeros e armados com estruturantes especiais, as mantas asfálticas têm seu caráter impermeabilizante a partir da combinação destes dois elementos principais. De acordo com Mello (2005 apud Righi, 2009), as mantas asfálticas apresentam a seu favor uma

espessura constante, facilidade de controle e fiscalização, aplicação realizada em empreitada única, menos tempo de aplicação e a não necessidade de tempo de secagem.

As mantas asfálticas se apresentam com diversos tipos de asfaltos. Por conta desta variedade, a NBR 9952 (2007) tipifica as mantas asfálticas:

- a) Elastoméricas: com adição de elastômeros, usualmente sendo o SBS;
- b) Plastoméricas: com adição de plastômeros, sendo mais comumente utilizado o APP;
- c) Oxidadas: mantas feitas com asfalto oxidado ou com adição de misturas genéricas de polímeros.

A norma citada também classifica os estruturantes internos utilizados. O texto cita filme de polietileno, véus de fibra de vidro, não-tecidos de poliéster e telas de poliéster como materiais com utilização compatível e permitida neste método de impermeabilização.

Righi (2009) cita também que as mantas asfálticas podem ser classificadas de outras formas. Além da granulometria, a NBR 9952 (2007) classifica em função de diversos parâmetros, tipificando em I, II, III e IV, explicitados na Tabela 3.

A aplicação deste método de impermeabilização inicia-se por um substrato do tipo I. Posteriormente aplica-se camada de imprimação, exceto em casos de mantas não aderidas, para a fixação da camada impermeabilizante, que pode ser feita de quatro maneiras:

- a) em chama de maçarico: Utiliza-se uma chama para, simultaneamente, aquecer o substrato imprimado e a face de aderência da manta;
- b) asfalto à quente: Aplica-se uma camada de asfalto aquecido para ser utilizado entre o substrato e a face de aplicação da manta e a fixa no local pré-determinado;
- c) adesivada: coloca-se uma camada homogênea de adesivo entre substrato e a face de aplicação da manta, pressionando ambas para expulsar eventuais bolhas de ar;
- d) auto adesivada: Remove-se a camada não aderente protetora da camada.

Em todos os casos a norma indica espessuras mínimas de 10 centímetros.

Tabela 3 - Parâmetros de ensaio para mantas asfálticas (NBR 9952/2007)

Item	Parâmetros		Unidade	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
1	Espessura (mínimo)		mm	3	3	3	3
2	Resistência à Tração (Sentido longitudinal e Transversal)	Carga máxima (mínimo)	N	140	180	400	550
		Alongamento (mínimo)	-	20%	2%	30%	35%
3	Absorção d'água	Varição em massa (máximo)	-	3%	3%	3%	3%
4	Flexibilidade a baixa temperatura	Asfalto oxidado	°C	≤0	≤0	≤0	≤0
		Asfalto plastomérico		≤-5	≤-5	≤-5	≤-5
		Asfalto elastomérico		≤-5	≤-5	≤-5	≤-5
5	Resistência ao impacto à temperatura de 0°C (mínimo)		J	2,45	2,45	4,90	4,90
6	Puncionamento estático (mínimo)		Kg	25	25	25	25
7	Escorrimento (mínimo)	Asfalto oxidado	°C	90	90	90	90
		Asfalto plastomérico		105	105	105	105
		Asfalto elastomérico		95	95	95	95
8	Estabilidade dimensional (máximo)		-	1%	1%	1%	1%
9	Envelhecimento acelerado	Mantas expostas	-	Os corpos-de-prova, após ensaio, não devem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação			
		Mantas protegidas ou auto protegidas					
10	Flexibilidade após envelhecimento acelerado	Asfalto oxidado	°C	≤10	≤10	≤10	≤10
		Asfalto plastomérico		≤5	≤5	≤5	≤5
		Asfalto elastomérico		≤5	≤5	≤5	≤5

Fonte: Modificada a partir da NBR 9952 (ABNT, 2007)

#### **4.3.14. MANTA DE POLICLORETO DE VINILA (PVC)**

Com aparência próxima de um piso de borracha, a manta de PVC, segundo Cimino (2002 apud Righi, 2009), é composto por duas delgadas lâminas de policloreto e uma tela de poliéster trançada e normalmente encontradas em piscinas, cisternas e afins de qualquer formato. De maneira mais esporádica, também são utilizadas em coberturas, podendo ser de geometria plana ou em formato curvilíneo.

Com substrato de tipo I, a fixação da camada impermeabilizante se dá através de painéis. A manta deve apresentar sobreposições nas juntas de, no mínimo, dez centímetros caso seja realizada através de soldagem química ou cinco centímetros se for realizada por termo fusão. Deve-se finalizar a instalação com fixações mecânicas e compartimentações mínimas determinadas pelo fabricante.

Observa-se, segundo Arantes (2007 apud Righi, 2009), que a principal desvantagem deste sistema se dá na dificuldade de detecção de eventuais infiltrações. Por se tratar de um sistema não aderido, a água infiltrada tem espaço o suficiente para fluir em qualquer direção até um ponto que torne explícita a patologia adquirida, impondo dificuldade no rastreamento de sua origem e expandindo o alcance da manifestação patológica.

#### **4.3.15. MANTA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)**

Com sua utilização bastante observada em aterros sanitários, lagoas de rejeitos, estações de tratamento de esgoto e afins, a manta de PEAD é composta por cerca de 97,5 de polietileno (Houssein, 2013). De caráter pré-fabricado, necessita, de acordo com a NBR 9574 (2008), de um substrato de apoio do Tipo I.

Para a finalização da impermeabilização, estendessem as bobinas do material pela parte a ser impermeabilizada e execute-se a soldagem do material. Tal solda pode ser realizada através de soldagem química, com 7,5 centímetros de sobreposição mínima, ou por soldagem à termo fusão, com mínimo de 10 centímetros.

#### **4.3.16. MANTA ELASTOMÉRICA DE ETILENO-DIENO-MONÔMERO – EPDM**

Observado em lagos artificiais, tanques de piscicultura e etc. O material que compõe este tipo de impermeabilização é um tipo de borracha que possui uma flexibilidade satisfatória, permitindo que se molde em qualquer tipo de superfície (Houssein, 2013).

A NBR 9574 (2008) aconselha um substrato de tipo I. Para a camada impermeável sugere-se uma camada de imprimação para a ancoragem com o substrato e a disposição dos rolos do material de maneira alinhada. As sobreposições necessárias devem ser de, no mínimo, 5 centímetros com monoadesivação e fita de caldeação.

#### **4.3.17. MANTA ELASTOMÉRICA DE POLISOBUTILENO ISOPRENO (I.I.R.)**

O material utilizado como base para este produto é o mesmo das membranas elastoméricas I.I.R. em solução. Porém, por se tratar de um método não aderido, ele não encontra a mesma eficiência que seu correspondente aderente em peças fissuradas ou sujeitas a fissuração.

O substrato mais indicado para ser empregado juntamente com mantas I.I.R. é o do tipo I. Para a camada impermeabilizante a NBR 9574 (2008) cita a execução de soldas para a fixação, sendo estas químicas ou por termo fusão, respeitando as regras de sobreposições citadas no processo de aplicação das mantas de polietileno de alta densidade.

### **4.4. IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA**

Segundo a NBR 9575 (2010) entende-se como impermeabilização rígida o “conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas não sujeitas à movimentação do elemento construtivo”. Deste modo podemos considerar que métodos considerados rígidos são aqueles utilizados em elementos construtivos não suscetíveis a movimentações devido expansões de qualquer natureza por sua característica não elástica.

Para Costa e Silva (2004 apud Santos, 2010) também pode considerar como métodos rígidos qualquer um que se utiliza de concreto ou argamassa tornado impermeável com a inclusão de aditivos químicos, utilização de granulometria específica, baixa relação de água e cimento e consequente redução de porosidade. O autor também cita a utilização deste método em locais



não propensos à fissuração, exemplificando elementos construtivos localizados em subsolos, poços de elevadores, áreas não expostas ao sol, reservatórios, entre outros.

Os métodos de impermeabilização rígidos, assim como os flexíveis, possuem mais de uma camada em seu interior. As estruturas internas das impermeabilizações rígidas acabam por repetir a lógica utilizada nas flexíveis. Deste modo, a divisão de substratos também foi utilizada para separar e tipificar os substratos aplicáveis em métodos rígidos, baseado em informações disponíveis na NBR 9574 (2008), detalhados a seguir.

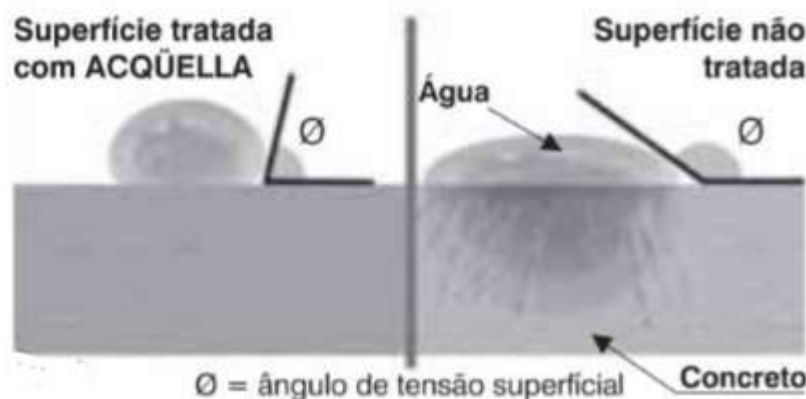
- a) Substrato V: De apresentação firme, homogênea e coesa, o substrato deve se apresentar de maneira limpa, isenta de qualquer corpo estranho aos produtos de impermeabilização, sejam eles restos de outras intervenções, formas, ferragem, desmoldante, falhas, etc. Com a possibilidade de elementos transpassantes, é necessária, em projeto, a previsão destes a fim de que seja escolhido um método impermeabilizante resistente a tais elementos. Também é necessário que o substrato encontre úmido, isento de filme ou jorro de água, entretanto. Se for constatada a existência destes, necessário tamponamento com cimento juntamente com aditivo de pega rápida.
- b) Substrato VI: A observação quanto à apresentação, limpeza, elementos transpassantes e falhas deve ser a mesma esperada para o substrato I. Entretanto, quanto à umidificação deste, deve ser apresentado de maneira saturada para a aplicação da camada impermeabilizante.
- c) Substrato VII: A necessidade de firmeza, coesão, homogeneidade, limpeza, isenção de corpos estranhos também é requisitada para este substrato. Entretanto, pelo fato de poder ser utilizado em pressões hidrostáticas positivas e negativas, a NBR 9574 (2008) explicita que, caso seja submetido para pressões negativas, tal substrato deve ser necessariamente de concreto, obrigação não observada para pressões positivas.

#### **4.4.1. ARGAMASSA IMPERMEÁVEL COM ADITIVO HIDRÓFUGO**

Tal argamassa é constituída pelos componentes básicos de uma argamassa simples, como areia, cimento e água, juntamente com um aditivo hidrófugo, o qual garante o caráter impermeável do resultado desta mistura, de acordo com Vedacit (2015 apud Oliveira, 2015). Cita-se também que ao acontecer a reação entre os aditivos hidrófugo e a cal livre forma-se sais de cálcio

insolúveis e, conseqüentemente, diminui-se o ângulo de tensão superficial entre uma gotícula de água e os poros do substrato, evidenciado na Figura 2.

*Figura 2 - Comparativo entre superfície tratada e não tratada*



*Fonte: Vedacit (2015)*

Este método de impermeabilização é constituído pela camada de suporte (substrato) e a camada impermeável. A camada suporte deve ser executada de acordo com o Substrato V, citado anteriormente, a fim de se obter um substrato firme e sólido para a camada impermeabilizante. Entre as camadas, segundo a NBR 9574 (ABNT, 2008), é necessária uma espécie de chapisco denominado Ponte de Aderência, constituído por cimento e areia no traço 1:2. Tal componente é utilizado para proporcionar uma ancoragem satisfatória através de sua superfície extremamente rugosa.

Após isto, segundo NBR 9574 (ABNT, 2008 apud Oliveira, 2015), para a aplicação da camada impermeabilizante, é necessário algum cuidado para a camada impermeável. A argamassa, ainda de acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008), deve ser preparada in loco, comporta por aleira lavada de granulometria de 0,075 milímetros até 3 milímetros, cimento Portland, o aditivo hidrófugo impermeabilizante e água potável. A aplicação deve ser contínua e com a espessura de 30 milímetros obtida através de duas aplicações com 15 milímetros cada e a ausência de superposições nas juntas são detalhes a serem levados em consideração. Oliveira (2015) salienta que a primeira camada aplicada necessita ter acabamento sarrafeado para que a ancoragem com a segunda camada seja de boa qualidade e, prioritariamente, devem ser executadas no mesmo dia. No caso de serem executadas em dias diferentes, é necessário que a primeira camada seja chanfrada e chapiscada para o posterior recebimento da segunda camada.

#### **4.4.2. ARGAMASSA MODIFICADA COM POLÍMERO**

Também denominada de “argamassa colante”, sua aplicação, de acordo com Pereira (2012), se dá, principalmente, em contrapisos, revestimentos internos e externos, assentamento de cerâmicas e alvenaria, texturização de elementos, etc. Segundo Mansur (2007), sua obtenção é produto da mistura de cimento, agregados miúdos, adições e polímeros. Sua principal característica se dá na composição, onde 10% a 15% do que seria utilizado de cimento em traços normais é substituído por polímeros. Tais polímeros podem ser monômeros, monômeros misturados com pré-polímeros ou látex. Ainda segundo Ohama (1997 apud Mansur, 2007), tais elementos poliméricos são utilizados na substituição do cimento hidráulico como ligante do concreto, podendo tal substituição ser parcial ou completa.

A execução da impermeabilização se dá a partir de duas camadas. Primeiramente aplica-se uma camada de substrato V e, posteriormente, prepara-se a superfície para a aplicação da camada impermeabilizante. A argamassa a ser utilizada deve ser, necessariamente, preparada in loco, misturando todos os elementos de maneira homogênea. A NBR 9574 (ABNT, 2008) impõe que o traço a ser utilizado deve ser o especificado pelo fabricante do produto.

Para o assentamento da argamassa, deve ser observado que, obrigatoriamente, a superfície do substrato deve ser umidificada e receber uma mistura de cimento Portland e polímero como camada de imprimação, sempre sendo observada a instrução do fabricante para tal realização. A norma reitera que caso o substrato se encontrar em posição vertical, é necessário a aplicação de uma camada de chapisco para ampliação da ancoragem entre camadas.

Deve-se observar alguns parâmetros básicos impostos por norma. A imposição de uma espessura mínima deve ser respeitada e a hidratação nas primeiras setenta e duas horas (72h) de cura devem ser realizados, visando a diminuição da fissuração por fuga acelerada de vapores e pela baixa resistência superficial que uma camada mais fina pode apresentar.

#### **4.4.3. ARGAMASSA POLIMÉRICA**

Segundo Oliveira (2015) tal argamassa é um impermeabilizante composto por cimentos especiais juntamente com látex de polímeros, caracterizando um sistema bi componente através da mistura entre a argamassa e o composto polimérico utilizado como aditivo. Sua aplicação pode ser de duas maneiras, por desempenadeira ou aplicação sob forma de pintura. Tal método é fortemente recomendada para áreas molhadas de banheiros, varandas, áreas de serviço e afins. Este tipo de impermeabilização é constituído de três camadas: suporte, regularização e impermeabilizante. A camada suporte e deve ser executada de acordo com o substrato V.

Por fim, a camada impermeável se mostra como a principal camada, sendo esta a responsável pela estanqueidade. Para sua execução, a NBR 9575 (ABNT, 2010) rege que a argamassa de tal camada deve ter caráter homogêneo e que o pó e a resina constituinte têm que ser misturado de maneira manual ou mecânica até extinguir-se todos os grumos possíveis em tempo hábil para que não se atinja o tempo limite da mistura antes de seu assentamento.

A NBR 9574 (ABNT, 2008) determina que é necessário que a camada final seja aplicada com intervalo de 2 a 6 horas entre as demãos e, se houver elemento estruturante, este deve se encontrar alocado desde a primeira. Ao final do processo é necessário hidratar a argamassa pelo período mínimo de 72 horas, a fim de se obter uma cura satisfatória.

#### **4.4.4. CIMENTO CRISTALIZANTE PARA PRESSÃO NEGATIVA**

Para Soares (2014), apresenta-se como cristalizantes “compostos químicos que, ao entrarem em contato com a água de infiltração, cristalizam-se para constituir uma barreira impermeável resistente a pressões negativas”. Denver (2008) informa que tais cristalizantes são apresentados na composição de cimentos especiais, formando um gel que cristaliza e incorpora ao concreto compostos estáveis e insolúveis de cálcio, que avançam sobre os poros e fissuras, selando-os permanentemente e impedindo a passagem de qualquer meio líquido. Tais cimentos são ordinariamente utilizados em reservatórios, pisos frios, pisos em contato direto com o solo, entre outros. Ainda de acordo com Soares (2014), tal método também é observado com a finalidade de proteger o concreto e, consequentemente, aumentar a sua durabilidade.

A NBR 9574 (ABNT, 2008) trata dos cimentos cristalizantes na utilização em manifestações patológicas causadas por pressões negativas observadas em reservatórios, piscinas e afins. Para tal, utiliza-se como camada de apoio o substrato VI. Para a preparação da camada impermeabilizante a norma indica a utilização do cimento disponível juntamente com um aditivo de pega rápida, utilizado nas proporções indicadas pelo fabricante. Após a mistura ser realizada, aplicar uma demão com a utilização específica de trincha, vassoura ou brocha e, com o cimento ainda úmido, esfregar o cimento sobre a superfície tratada repetidas vezes até formar camada fina e escura. Se a penetração de água se mostrar persistente, a norma determina que tal procedimento seja repetido até ser observada estanqueidade.

Após tal etapa, a norma indica aplicação imediata de um líquido selador e assentamento de outra demão repetindo as etapas anteriores do processo com o espaçamento de vinte minutos entre cada uma até a obtenção da espessura projetada.

#### **4.4.5. MEMBRANA EPOXÍDICA**

O termo epoxídica faz referência à resina a base de epóxi. Houssein (2013) explica que este material se mostra impermeável à água e seus vapores e com altas resistência mecânica e química, mostrando caráter relevantemente anticorrosivo. Sua utilização é bastante observada em tubos metálicos e tanques de armazenamento químico.

O substrato citado pela NBR 9574 (ABNT, 2008) para este método é o do tipo VII, por conta das diferentes influências das pressões hidrostáticas. A camada impermeabilizante deve ser preparada a partir de uma mistura homogênea entre resina e componentes endurecedores, através de sucessivas demãos espaçadas por um intervalo máximo de 24 horas. Se tal período não for respeitado, é obrigatório o lixamento da camada em questão e sua substituição.

## **5. ORÇAMENTAÇÃO E ORÇAMENTO**

A investigação de custos e preços impactam diretamente na viabilidade e lucratividade de qualquer empreendimento. Deste modo, segundo Andrade e Souza (2002, apud Mattos, 2006), é necessária uma estimativa prévia de seu custo, feita através da elaboração de um orçamento.

### **5.1.DEFINIÇÕES**

#### **5.1.1. ORÇAMENTAÇÃO**

Entende-se orçamentação como o processo de realização de um orçamento. De acordo com a NBR 12721 (ABNT, 2005), tal processo é realizado a partir de 7 níveis diferentes, levando em consideração padrão de qualidade, tamanho, entre outros parâmetros, de acordo com o anexo C da norma citada.

#### **5.1.2. ORÇAMENTO**

De acordo com a NBR 12721 (ABNT, 2005), orçamento é o documento “onde se registram as operações de cálculo de custo da construção, somando todas as despesas correspondentes à execução de todos os serviços previsto nas especificações técnicas e constantes de discriminação orçamentária”. Então, para fins práticos, entende-se que o orçamento é o documento onde se registra a previsão do quanto será necessário aportar em um projeto.

Ainda de acordo com a norma, discrimina-se e classifica-se os serviços que podem ocorrer numa construção a fim de se sistematizar o orçamento a ser realizado, onde não seja omitido nenhum serviço ou informação pertinente. Tais divisões são:

- a) serviços Iniciais: consiste em levantamentos, sondagens e projetos iniciais pertinentes ao projeto, instalações provisórias necessárias, alocação inicial de equipamentos, contratação de estrutura administrativa e executora, trabalhos em terra, entre outros;
- b) infraestrutura e obras complementares: entende-se como sendo escoramentos, intervenções em lençol freático, provas de cargas, fundações e afins, entre outros;
- c) supra estrutura: Consiste na estrutura bruta da edificação a ser construída;
- d) paredes e painéis: Abrange qualquer tipo de divisória a ser instalada na construção;
- e) cobertura e proteções: Consiste na parte que abrange a maior parte do objeto do estudo em questão. Além de abordar custos das estruturas de cobertura, telhamentos e tratamentos termo acústicos, esta etapa analisa os custos relacionados a impermeabilizações a serem executadas em qualquer etapa da obra, desde as fundações até ao que se refere aos acabamentos e áreas externas;

- f) revestimentos, forros, marcenarias e serralherias, pinturas e tratamentos especiais: tal classificação possui nome autoexplicativo. Entretanto, tal etapa também apresenta elementos pertinentes ao estudo em questão, pois a existência de revestimentos cerâmicos e pinturas com caráter impermeabilizantes são de importante relevância ao estudo;
- g) pavimentações: nesta etapa aborda-se os custos relacionados a pavimentações em geral e elementos em anexos. A norma em questão entende como pavimentação qualquer tipo de revestimento que seja aplicado no chão para a passagem de pessoas ou veículos. Deste modo, tal etapa também é relevante ao estudo, tendo em vista que pisos e contrapisos comumente necessitam de tratamento quanto à estanqueidade;
- h) instalações e aparelhos: discriminação referente a aparelhos sanitários, hidráulicos, elétricos, entre outros;
- i) complementação da obra: nesta parte analisa-se custos referentes a limpeza, paisagismo e afins a serem executados no projeto.
- j) honorários: há a necessidade de prever também honorários relacionados aos ganhos dos construtores e incorporadores que participam do projeto.

### **5.1.3. TIPOS DE ORÇAMENTO**

Não existe consenso sobre o assunto, porém há divisões consolidadas utilizadas em larga escala. Segundo Marchioro (2009, apud Matto, 2006), alguns autores dividem os tipos de orçamento em função das fases do projeto enquanto outros preferem de acordo com o formato apresentado, níveis de detalhamento requisitado, entre outras abordagens.

Uma das abordagens mais observadas no dia a dia e que será utilizada neste trabalho depende do grau de detalhamento do orçamento. Desta maneira, Mattos (2006), classifica os orçamentos em:

- a) estimativa de custos;
- b) orçamento preliminar;
- c) orçamento analítico (ou detalhado).

### **5.1.4. ESTIMATIVA DE CUSTOS**

De acordo com Matto (2006), a estimativa de custos se mostra como uma avaliação realizada de maneira rápida baseada em comparação de custos, históricos e projetos similares. Tal

estimativa é realizada com a utilização de indicadores genéricos que servem apenas para abordagens iniciais acerca da faixa de custo da obra. Em obras civis, um indicador consolidado e corriqueiramente utilizado para estimativas é o Custo Unitário Básico (CUB).

Salienta-se também a possibilidade de se realizar uma estimativa de custos por etapa de obra. Desta maneira, decompõe-se a estimativa inicial, considerando o peso que cada etapa representa no total da obra, gerando uma tabela de percentuais de todo o projeto e explicitando sua importância comparada com o valor geral da obra.

### **5.1.5. ORÇAMENTO PRELIMINAR**

Segundo a classificação utilizada por Mattos (2006), o orçamento preliminar se mostra mais detalhado e com menos incertezas que a estimativa de custos. Para tal, pressupõe-se a necessidade de alguns levantamentos quantitativos, atribuições de custo de serviços e a utilização de um maior número de indicadores. Dentre os indicadores utilizados, os que se mostram como mais pertinentes são i) volume de concreto, ii) peso de armação, iii) área de forma e iv) área total construída.

### **5.1.6. ORÇAMENTO ANALÍTICO**

“O orçamento analítico constitui a maneira mais detalhada e precisa de se prever o custo da obra” (Mattos, 2006). Portanto, entende-se que o orçamento analítico utiliza de métodos mais eficazes e detalhados de pesquisa de preços. Para tal, realiza-se composições detalhadas de todos os serviços a serem realizados de maneira unitária para cada serviço, sempre considerando os insumos a serem utilizados, a mão de obra desprendida para a execução do serviço e o equipamento utilizado. Além dos custos de serviço, considerados custos diretos, computa-se também os custos indiretos, como manutenção do canteiro de obra, equipes administrativas e de suporte e encargos gerais que implicam ao custo da obra (como encargos sociais, taxas, emolumentos, etc.).



## 6. ANÁLISE DE OBJETOS

A escolha dos objetos de estudo se deu a partir de dois parâmetros principais. Primeiramente respeitou-se uma delimitação geográfica, sendo necessário, então, que o objeto esteja localizado no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Posteriormente, procurou-se classificar as manifestações patológicas e/ou fontes de umidades de acordo com as descrições realizadas neste trabalho, possibilitando a realização de um diagnóstico mais fidedigno e prognósticos os mais realistas possíveis. É necessário lembrar que, por conta da delimitação geográfica, todos os objetos de estudo a seguir se encontra na mesma região climática, portanto, os efeitos de clima e tempo são os mesmos a todos.

Segundo Penter (2008), Porto Alegre se encontra em uma região classificada como subtropical úmida. Tal classificação evidencia que é observada uma marcante variabilidade durante o ano, com estações do ano bem definidas, e elevadas taxas de umidade. As precipitações, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (2017), são bem distribuídas durante o ano, observando um período mais seco nos primeiros meses do ano e um período mais chuvoso nos meses de inverno. As temperaturas seguem sazonalidades parecidas com as apresentadas pelas chuvas, atingindo médias de temperaturas em torno de 30 graus Celsius nos meses de verão e 19 graus Celsius no inverno, impactando diretamente na taxa de evaporação e umidade relativa do ar.

A análise dos objetos de estudo foi feita em 6 etapas: i) captação, ii) visita técnica, iii) diagnóstico, iv) prognóstico, v) intervenção sugerida e vi) orçamento. A captação foi realizada através de anúncios nas redes sociais, recrutando voluntários que dispusessem suas residências ou locais de trabalho para uma análise mais aprofundada.

A visita técnica foi responsável pelo principal levantamento de informações. Nela, levantou-se a situação atual das patologias, entrevistas com os proprietários sobre possíveis históricos, levantamentos geométricos, entre outros. Edificações com múltiplas fontes ou sem fonte definida foram descartadas nesta etapa.

Na etapa de diagnóstico foi realizada o primeiro paralelo entre os objetos e a etapa de revisão bibliográfica. Com as informações pertinentes às manifestações patológicas levantadas, procurou-se realizar de maneira mais precisa possível um diagnóstico da situação encontrada e dos mecanismos que levaram para tal, possibilitando após esta análise a realização de um breve prognóstico de o que esperar dos elementos construtivos atingidos pelas manifestações patológicas.

As intervenções sugeridas foram realizadas com base nas informações da NBR 9574 (ABNT, 2008). Através da norma e da literatura indicada na revisão bibliográfica foi possível escolher, para cada caso, um método pertinente e compatível com as patologias e fonte de umidade encontrados.

Por fim, foi realizado um orçamento para cada intervenção sugerida. Nesta etapa ficou evidenciada a pertinência econômica em cada caso e os prejuízos econômicos gerados por cada patologia encontrada.

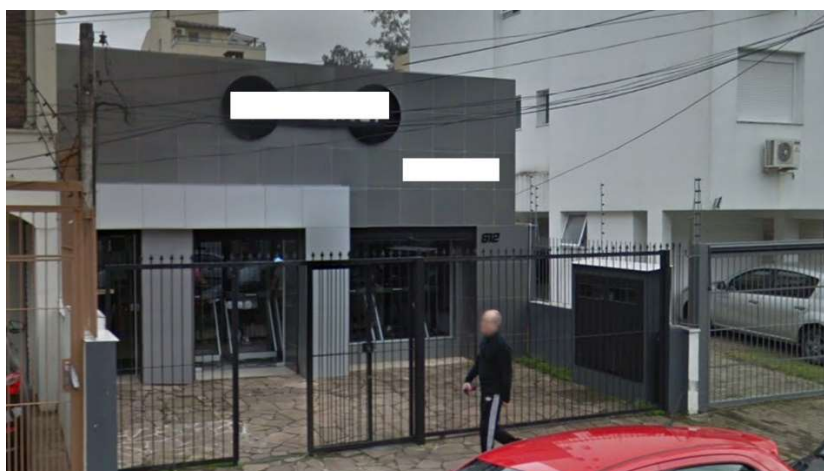
A seguir, mostra-se todos os objetos de estudo analisados, separados de acordo com a fonte de umidade causadora de manifestações patológicas detectada.

## **6.1. ASCENSIONALIDADE ADVINDA DO SOLO**

### **6.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

Para analisar a influência da ascensionalidade advinda do solo em edificações foram observadas as dependências de uma edificação comercial existente na Rua Chile, no bairro Jardim Botânico. O empreendimento em questão é exclusivamente comercial e localiza-se em uma casa construída em 1984, sendo adquirida e reformada pelo atual proprietário no ano de 2012 para a instalação de uma academia de musculação e centro esportivo. A casa aproximadamente 250 metros quadrados, dividido em 2 pavimentos, com 6 ambientes distintos no primeiro e 5 no segundo, e edificação em anexo aos fundos do terreno. O diagnóstico se focará em dois ambientes específicos do primeiro pavimento, num total de 59,53 metros quadrados.

*Figura 3 - Fachada do Empreendimento*



*Fonte - Google Earth, 2018*

*Figura 4 - Localização do empreendimento*



*Fonte - Google Earth, 2018*

### **6.1.2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS – HISTÓRICO DO PROCESSO**

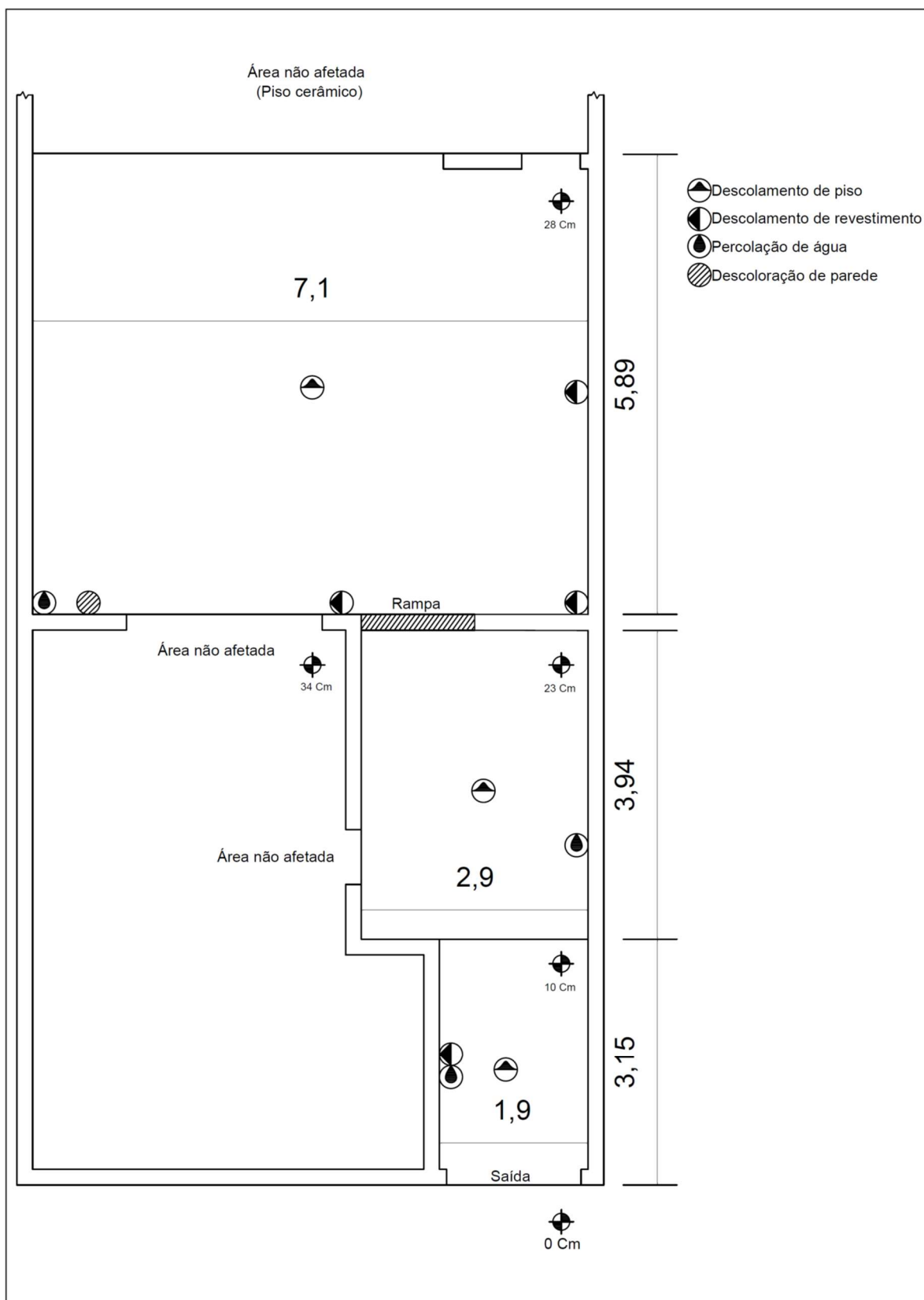
As informações iniciais sobre as patologias na edificação em questão foram relatadas pelo proprietário da academia que funciona no local. Depois de adquirido o espaço, houve uma reforma de implantação que durou aproximadamente 7 meses, onde se instalou um revestimento emborrachado em placas quadradas de 50 centímetros com saliências formato pastilhas no piso e executou-se apenas a pintura nos ambientes analisados.

As primeiras manifestações patológicas foram notadas menos de dois anos após a inauguração do espaço, no ano de 2014, através de leves manchas nas paredes e descolamento e surgimento de vesículas no piso emborrachado. De acordo com o proprietário, depois dos primeiros aparecimentos a evolução se deu de maneira acelerada, havendo expansão das manchas em paredes e placas emborrachadas comprometidas.

A primeira intervenção no piso foi realizada no início do ano de 2016. Todo o piso emborrachado dos ambientes já citados foi retirado por conta do comprometimento total da cola de fixação e das extremidades das placas, que adquiriram o caráter quebradiço.

As paredes sofreram três intervenções da inauguração até o presente momento. O proprietário não soube precisar quando foram realizadas as duas primeiras intervenções, porém a última foi realizada em dezembro de 2017, onde se adotou uma cor mais escura que o azul utilizado no logo do local, objetivando esconder por mais tempo manchas que viessem a surgir.

**Figura 5 - Planta baixa e locais com manifestações patológicas**



*Fonte - Elaboração própria*

### 6.1.3. DIAGNÓSTICO

Os ambientes analisados foram as áreas destinadas a pesos livres e supinos e a área de abdominais. Nelas o piso possui uma camada externa de material vinílico emborrachado, a fim de minimizar impactos com os pesos de ferro na camada subsequente de concreto, e paredes de tijolos cobertos por camadas de emboço, reboco e tinta látex PVA.

Ao analisar o piso foi constatado várias vesículas com certa umidade abaixo delas, mesmo a visita técnica sendo realizada em um dia quente e ensolarado (Figura 6). Tais vesículas atingem alturas suficientes para causar tropeços e instabilidade na passagem de alunos e se concentram nas extremidades das faixas instaladas nos pisos (Figura 7). Foi verificado que o contrapiso encontra-se gélido ao tato e, segundo relato dos funcionários, chega a adquirir aspecto umidificado em dias de chuva, provando que há um fluxo existente de água até a camada externa do piso.

*Figura 6 - Bolhas no piso da área de pesos livres*



*Fonte - Acervo próprio*

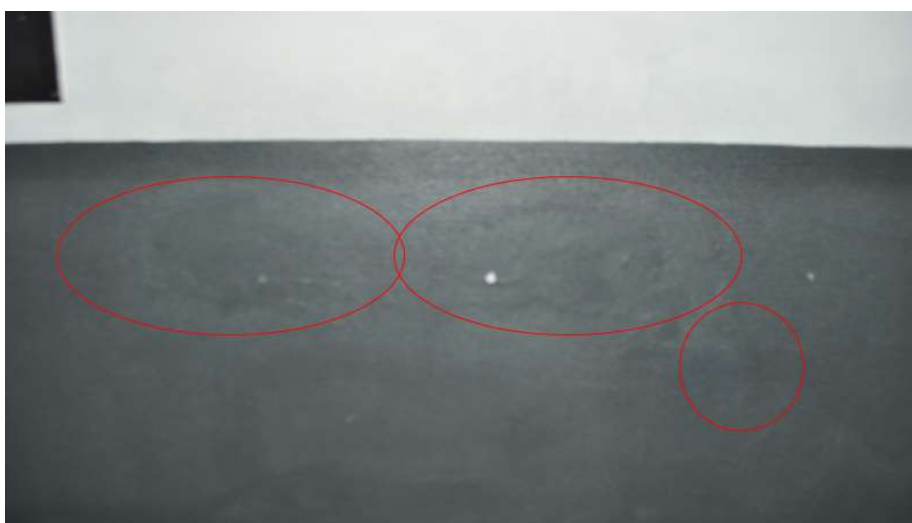
**Figura 7 - Bolhas no piso da área de abdominais**



**Fonte - Acervo próprio**

A análise das paredes evidenciou, mesmo com uma reforma superficial recente, desagregação nas camadas de revestimento dos blocos cerâmicos, lixiviamento da tintura das paredes e pontos de percolação de água (Figura 8, Figura 9 e Figura 10). As manifestações patológicas se concentram na base das paredes, atingindo uma altura máxima de um metro e se estendendo a trechos que alcançam um metro e sessenta centímetros de comprimento cada um (Figura 11) e possuem estados variados de comprometimento, desde pequenas manchas dificilmente perceptíveis (por conta da pigmentação preta aplicada na última reforma) até desagregações totais, eflorescências e mofo.

**Figura 8 - Desagregação em início de processo**



**Fonte - Acervo próprio**

**Figura 9 - Descolorimento por lixiviação (mancha azulada) e ponto de percolação de água (canto)**



*Fonte - Acervo próprio*

**Figura 10 - Pequenas vesículas e ponto de percolação de água**



*Fonte - Acervo próprio*



**Figura 11 - Degradação de revestimentos, manchas, percolação e descolamento de piso**



*Fonte - Acervo próprio*

O aparecimento de todas as manifestações patológicas descritas, evidenciam a falta de estanqueidade dos ambientes analisados. Apesar da variedade de manifestações observadas, foi notado um único padrão para elas, como alturas próximas ao piso, evidenciando que a fonte de umidade para o caso estudado seja o solo. Ao abordar tal fato com o proprietário da edificação, foi relatado que no processo de reforma para adaptação da edificação ao novo uso não foi feito nenhum tipo de projeto de impermeabilização ou método construtivo que bloqueasse a influência da umidade ascensional nos elementos construtivos dos ambientes descritos, evidenciando uma falha grave de projeto e execução, tendo em vista que o arquiteto supervisor deveria ter notado tal falha no momento da reforma de implantação.

#### **6.1.4. PROGNÓSTICO DA PATOLOGIA**

A realização do prognóstico levou em consideração o clima da região e a premissa de que não seriam realizadas nenhum tipo de intervenção. Considerando nenhuma flutuação relevante no clima da região, pode-se inferir que o regime de chuvas da região será o suficiente para manter a umidade ascensional no local, prosseguindo com a ação da água presente no solo nos elementos construtivos já citados.

As perspectivas em relação aos elementos do piso são pessimistas. Sem nenhum tipo de intervenção é possível dizer que a camada vinílica mais externa fique completamente deteriorada, pois a tendência é a expansão da umidade no material, aumentando o aparecimento de vesículas no piso, aumentando o risco de acidentes até impedir por completo a circulação por este.



As paredes de alvenaria, apesar da recente reforma superficial, também possuem perspectivas negativas. A tendência das vesículas e manchas já encontradas é se multiplicarem e se aprofundarem pela faixa mais baixa de toda a alvenaria impactada. Com o enfraquecimento destes elementos construtivos é possível o aumento de pontos de deterioração ou percolação de água, aumentando a taxa de umidade neles e diminuindo ainda mais a qualidade da alvenaria nos ambientes.

É importante citar também que o impacto visual da evolução das manifestações patológicas impacta negativamente na atratividade da academia perante alunos, diminuindo consideravelmente a atratividade do local, gerando o abandono por parte dos frequentadores e diminuição significativa na receita do empreendimento instalado na edificação problemática.

### **6.1.5. INTERVENÇÃO SUGERIDA**

As intervenções no objeto em questão serão feitas de maneira uma para o piso e para as alvenarias supracitadas. Por conta de se tratar de uma edificação já existente, a solução sugerida será realizada pelo lado interno do elemento construtivo. Por conta da impregnação de umidade já constatada no contrapiso e nas alvenarias, tais elementos também deverão ser isolados pela impermeabilização, tendo em vista que a umidade retida em seu interior possa ser fonte relevante de manifestações patológicas se assim não for feito.

A solução sugerida para a situação atual da área analisada se dará a partir da aplicação de duas camadas de argamassadas distintas. Para a camada mais externa aconselha-se a aplicação de argamassa polimérica de 2 centímetros de espessura para as paredes e piso, visto que, além do caráter estanque, sua composição rica em polímeros faz com que apresente pouca fissuração, diminuindo os espaços suscetíveis à capilaridade, ajudando a bloquear ainda mais a umidade advinda do solo.

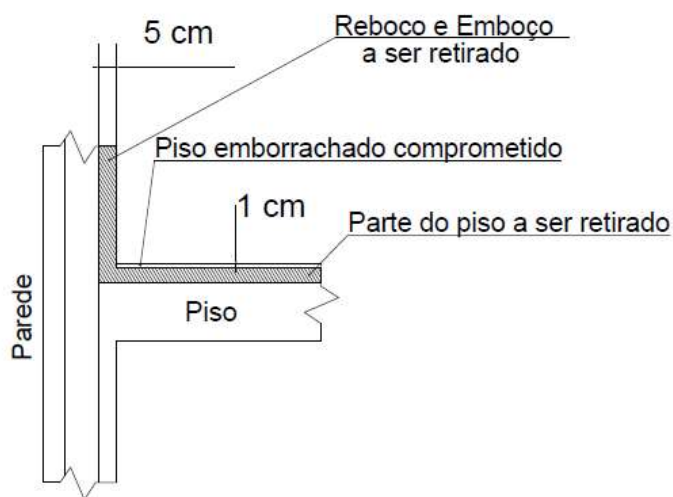
Seguindo a camada polimérica aconselha-se uma camada mais interna de argamassa com aditivo hidrófugo impermeabilizante de 2 centímetros para a parede e piso. Tal material possui caráter impermeabilizante relevante, com utilização recorrente em ambientes molhados, como boxes de banheiro, áreas externas sem incidência direta de luz entre outros.

Como ambas camadas propostas serão realizadas para piso e paredes, deve-se considerar fazê-las de maneira que torne possível uma continuidade entre as camadas do piso e as camadas da parede, a fim de evitar uma fenda de transição entre os elementos construtivos e diminuir possíveis fontes de futuras manifestações patológicas.

Para a execução da intervenção, recomenda-se os seguintes passos (Figura 12 e Figura 13):

- 1) Retirar as camadas externas do piso, como o piso vinílico comprometido e a camada de assentamento onde está se encontra fixada;
- 2) Remoção de parte da argamassa, limpar e preparação da base para o assentamento da primeira camada argamassada;

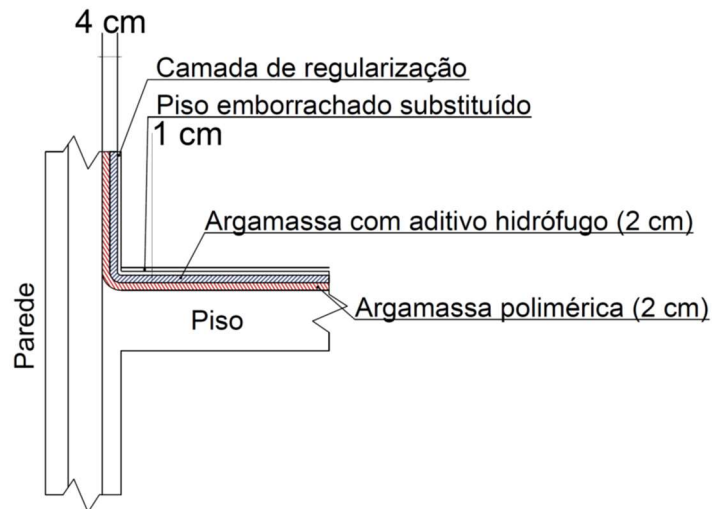
*Figura 12 - Detalhe em perfil dos elementos construtivos atualmente*



*Fonte - Elaboração própria*

- 3) Assentar a argamassa polimérica no piso e paredes a uma altura de 1,5 metro, respeitando as necessidades de substrato e lembrando que tal camada necessita de atenção especial no processo de cura a fim de não gerar infortúnios futuros. Segundo Righi (2009), deve-se passar uma primeira demão da argamassa ainda com o substrato úmido e após um intervalo de seis horas entre demãos aplicar mais três, totalizando quatro.
- 4) Assentar a argamassa com aditivo hidrófugo a uma altura de 1,5 metro, respeitando as necessidades de substrato deste tipo de argamassa e lembrando que, na parede, esta camada e a camada de regularização não podem ultrapassar 30 milímetros de espessura;

*Figura 13 - Detalhamento em perfil dos elementos construtivos após intervenção sugerida*



*Fonte - Elaboração própria*

- 5) Assentar piso vinílico;
- 6) Executar, se necessário, camada de regularização e as pinturas necessárias nas paredes dos ambientes em questão.

Vale lembrar que o contato entre as duas camadas a serem executadas necessita de atenção. Levando em consideração que o posicionamento das duas camadas facilita um processo de desagregação nas paredes, recomenda-se a aplicação de uma camada de chapisco seco com aditivo hidrófugo, preferencialmente com traço 1:3.

## 6.1.6. ORÇAMENTO

### 6.1.6.1. ÁREAS

O quadro de áreas (Tabela 4) foi feito para facilitar e evidenciar os cálculos realizados para mensurar as áreas a sofrerem intervenções. As áreas foram separadas, primeiramente, em função do ambiente analisado e, posteriormente, pelo elemento construtivo em questão. Após isto, nas linhas mais inferiores, foi realizado o cálculo total das áreas pertinentes à análise, respeitando a separação entre elementos construtivos.

Tabela 4 - Quadro de áreas

Academia				
Ambiente	Elemento Construtivo	Perímetro (m)	Altura (m)	Área Pertinente (m²)
Pesos Livres	Piso	-	-	41,7
	Paredes	12,89	1,5	19,3
Abdominais	Piso	-	-	20,4
	Paredes	16,54	1,5	24,8
		Total	Piso	62,1
			Paredes	44,1

Fonte - Elaboração própria

### 6.1.6.2. COMPOSIÇÕES

As tabelas de composições (Tabela 5 e Tabela 6) foram realizadas a partir das necessidades identificadas na intervenção sugerida. Cada necessidade se apresenta numa tabela independente, que são compostas por insumos catalogados e codificados ou por outras composições, sempre deixando claro qual a unidade métrica trabalhada, sendo volume ou área. A coluna mais à esquerda apresenta o código que o insumo recebeu pelo autor do trabalho ou se o item indicado é uma composição. A coluna seguinte identifica o nome do elemento em questão da mesma maneira que é identificado nas tabelas de insumos e composições disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal. Posteriormente mostra-se a unidade do elemento citado, podendo ser em horas de trabalho, volume, área, peso, entre outras apresentações. Em seguida apresenta-se o valor unitário de cada elemento, o coeficiente de utilização deste elemento e o custo, separado se este se trata de custo de mão de obra ou custo de material.

As linhas evidenciadas na parte inferior das tabelas foram destinadas para a agregação primária, cálculo de encargos sociais e agregação secundária, respectivamente. A linha “SUB-TOTAIS” soma o valor de todos os insumos e composições pertinentes à composição analisada, enquanto a linha “LEIS SOCIAIS” aplica o coeficiente comumente utilizado no mercado de 127% destinado a encargos sociais para valores referidos à mão de obra e, por último, a “TOTAIS” realiza o somatório de todos os valores já calculado e na célula mais à direita entrega o valor final do custo da composição analisada por unidade trabalhada.

Tabela 5 - Composições realizadas (1ª parte)

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	ARGAMASSA COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE ( Traço 1:3, e=2cm) - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.04.01	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS E CONCRETOS SEM ARMACAO	KG	R\$ 4,81	0,38	R\$ 1,82		
COMP.	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	R\$ 889,47	0,0200000	R\$ 17,79		
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,7500000		R\$ 5,21	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,7500000		R\$ 4,19	
	SUB-TOTAIS				R\$ 19,61	R\$ 9,39	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 21,32	
	TOTAIS				R\$ 19,61	R\$ 30,71	R\$ 50,31
Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014 - M3	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.01.02	AREIA MÉDIA	M3	R\$ 60,00	1,44	R\$ 86,40		
01.02.01	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$ 0,53	550,6	R\$ 291,82		
02.01.08	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 17,21	5,09		R\$ 87,60	
01.05.01	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L AF_10/2014	CHP	R\$ 45,13	1,19	R\$ 53,71		
01.05.02	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L AF_10/2014	CHI	R\$ 43,87	3,9	R\$ 171,09		
	SUB-TOTAIS				R\$ 603,02	R\$ 87,60	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 198,85	
	TOTAIS				R\$ 603,02	R\$ 286,45	R\$ 889,47
Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	DEMOLIÇÃO DE ARGAMASSAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,0374000		R\$ 0,26	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,1053000		R\$ 0,59	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 0,85	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 1,92	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 2,77	R\$ 2,77
Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	ARGAMASSA POLIMÉRICA DE ALTO DESEMPENHO, E=2 CM - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.02.02	ARGAMASSA POLIMERICA DE REPARO ESTRUTURAL, BICOMPONENTE	KG	R\$ 4,81	4,2	R\$ 20,20		
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,7500000		R\$ 5,21	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,7500000		R\$ 4,19	
	SUB-TOTAIS				R\$ 20,20	R\$ 9,39	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 21,32	
	TOTAIS				R\$ 20,20	R\$ 30,71	R\$ 50,91

Fonte - Elaboração própria

Tabela 6 - Composições realizadas (2º parte)

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	RETIRADA DE PISO EMBORRACHADO	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,05		R\$ 0,35	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,05		R\$ 0,28	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 0,63	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 1,42	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 2,05	R\$ 2,05
Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA CHAPISCO COLANTE, PREPARO MANUAL. AF_06/2014 - M3	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.02.03	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA CHAPISCO COLANTE	KG	R\$ 1,35	1.995,00	R\$ 2.693,25		
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	17,99		R\$ 100,38	
	SUB-TOTAIS				R\$ 2.693,25	R\$ 100,38	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 227,87	
	TOTAIS				R\$ 2.693,25	R\$ 328,26	R\$ 3.021,51
Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	CHAPISCO APLICADO SOMENTE EM ESTRUTURAS DE CONCRETO EM ALVENARIAS INTERNAS, COM DESEMPENADEIRA DENTADA. ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
COMP.	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA CHAPISCO COLANTE, PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M3	R\$ 3.021,51	0,0032	R\$ 9,67		
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,14		R\$ 0,98	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,0141		R\$ 0,08	
	SUB-TOTAIS				R\$ 9,67	R\$ 1,06	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 2,40	
	TOTAIS				R\$ 9,67	R\$ 3,46	R\$ 13,13
Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	APLICAÇÃO MECÂNICA DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.06.01	TINTA LATEX PVA PREMIUM, COR BRANCA	L	R\$ 15,95	0,3700	R\$ 5,90		
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,0120		R\$ 0,07	
	SUB-TOTAIS				R\$ 5,90	R\$ 0,07	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 0,15	
	TOTAIS				R\$ 5,90	R\$ 0,22	R\$ 6,12
Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
COMP.	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	R\$ 765,23	0,0213	R\$ 16,30		
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,35		R\$ 2,43	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,1280		R\$ 0,71	
	SUB-TOTAIS				R\$ 16,30	R\$ 3,14	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 7,14	
	TOTAIS				R\$ 16,30	R\$ 10,28	R\$ 26,58
Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014 - M3	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.01.02	AREIA MÉDIA	M3	R\$ 60,00	1,2900	R\$ 77,40		
01.02.04	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,58	193,7000	R\$ 112,35		
01.02.01	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$ 0,53	185,6300	R\$ 98,38		
02.01.08	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 17,21	4,75		R\$ 81,75	
01.05.01	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L	CHP	R\$45,13	1,1100	R\$ 50,10		
01.05.02	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L	CHI	R\$43,87	3,6400	R\$ 159,69		
	SUB-TOTAIS				R\$ 497,91	R\$ 81,75	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 185,57	
	TOTAIS				R\$ 497,91	R\$ 267,31	R\$ 765,23

Fonte - Elaboração própria

### 6.1.6.3. ORÇAMENTO ANALÍTICO

O orçamento analítico entrega um valor final, tomando como base o quadro de áreas das áreas pertinentes e as composições realizadas. A Tabela 7 mostra de maneira discriminada os custos primários com mão de obra e materiais para cada tipo de elemento construtivo abordado e com os custos pertinentes aos serviços de consultoria, projeto e fiscalização de obra de um engenheiro civil.

As horas calculadas para os serviços de engenharia civil foram calculados com base em três elementos. Primeiramente se levou em consideração uma visita inicial, onde se fez levantamentos gerais da situação apresentada pela construção, sendo considerada a permanência do profissional no local por duas horas. Posteriormente foram consideradas seis horas para pesquisa, projeto e organização da obra a ser realizada e, por fim, foram consideradas necessárias 5 visitas durante a execução da obra, somando uma hora de deslocamento e uma hora de permanência do engenheiro em obra por visita.

*Tabela 7 - Orçamento analítico*

Descrição	Quant	Unit	Material	Mão-de-obra	Total
1. Serviços Extras					
ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	18	H	R\$10,00	R\$2.023,80	
TOTAL GRUPO			R\$10,00	R\$2.023,80	R\$2.033,80
2. Piso					
RETIRADA DO PISO VINÍLICO	62,1	M²	-	R\$127,12	
DEMOLIÇÃO DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO PREVIAMENTE INDICADO	62,1	M²	-	R\$ 172,02	
EXECUÇÃO DE ARGAMASSA POLIMÉRICA	62,1	M²	R\$1.254,54	R\$1.906,80	
EXECUÇÃO DE ARGAMASSA COM ADITIVO HIDRÓFUGO	62,1	M²	R\$1.217,75	R\$1.906,80	
INSTALAÇÃO DE PISO POLIÉSTER	62,1	M²	R\$1.620,81	-	
TOTAL GRUPO			R\$4.093,10	R\$4.112,74	R\$8.205,84
3. Paredes					
DEMOLIÇÃO DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO PREVIAMENTE INDICADO	44,1	M²	-	R\$ 122,29	
EXECUÇÃO DE ARGAMASSA POLIMÉRICA	44,1	M²	R\$891,82	R\$ 1.355,49	
EXECUÇÃO DE CAMADA DE CHAPISCO	44,1	M²	R\$426,83	R\$ 152,61	
EXECUÇÃO DE ARGAMASSA COM ADITIVO HIDRÓFUGO	44,1	M²	R\$865,66	R\$ 1.355,49	
EXECUÇÃO DE MASSA PARA RECEBER PINTURA	44,1	M²	R\$719,53	R\$ 453,74	
EXECUÇÃO DE PINTURA	44,1	M²	R\$260,52	R\$ 19,33	
TOTAL GRUPO			R\$3.164,36	R\$3.458,94	R\$6.623,30
			TOTAL DA INTERVENÇÃO		R\$16.862,94

*Fonte - Elaboração própria*

## 6.2. ABSORÇÃO E PENETRAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA

### 6.2.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Os efeitos da absorção e penetração da água da chuva foram analisados em um condomínio residencial no bairro na rua Cristiano Fisher, Petrópolis. A edificação analisada se trata de um prédio com 13 pavimentos, com dois apartamentos de 88 metros quadrados por andar entre o 3º e o 13º pavimento, dois apartamentos de 101 metros quadrados no 2º pavimento e salão de festa, portaria e garagem no primeiro pavimento. Para a coleta de dados foram analisadas quatro unidades: 802 ocupada deste outubro de 2017 pelo atual locatário; 1002, ocupada deste março de 2012 pelo atual proprietário e as unidades 302 e 301, que sofreram uma reforma para unificação em janeiro de 2018 e que estão ocupadas pela atual proprietária desde julho de 2006 e dezembro de 2017, respectivamente.

*Figura 14 – Fachada oeste do prédio (mesmas dimensões que a fachada leste)*



*Fonte - Google Earth, 2018*

*Figura 15 - Localização do Prédio*



*Fonte - Google Earth, 2018*



### 6.2.2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS – HISTÓRICO DO PROCESSO

O elemento construtivo central para análise foi a fachada leste do empreendimento. Trata-se de uma fachada de poucos recortes, com 36 metros de altura por 9 metros de largura, totalizando aproximadamente 342 metros quadrados. O revestimento da fachada consiste de dois tipos diferentes: pastilhas cerâmicas 10x10 centímetros na região relativa às salas dos apartamentos e argamassado convencional na região relativa aos quartos principais dos apartamentos.

*Figura 16 – Detalhe da planta baixa da edificação, mostrando a fachada leste*



*Fonte - Elaboração própria*

De acordo com os moradores entrevistados, é comum a fachada leste provocar manifestações patológicas que geram transtornos. Dos três apartamentos analisados juntos à fachada leste, dois sofreram reformas recentes (302 por conta do impacto visual negativo gerado pelas manifestações e 802 por conta do contrato de locação prever tal reforma) e não apresentaram na ocasião da visita técnica manifestações visíveis. Entretanto foi relatado pelo morador do apartamento 802 que no momento da assinatura do contrato de locação o imóvel apresentava manchas de umidade de maneira quase uniforme nas paredes leste do quarto principal e da sala, fato que gerou atraso na transferência do morador à moradia por conta da necessidade de reparos para minimizar os impactos negativos à salubridade e o conforto visual.

A moradora dos apartamentos 301 e 302, por ser arquiteta, relatou de maneira técnica, rica e detalhada o histórico de manifestações da unidade 302 e das tentativas de intervenção do condomínio, possibilitando a realização da Tabela 8:

*Tabela 8 - Relatos da proprietária da unidade 302 sobre manifestações patológicas causadas pela umidade vinda de infiltrações da fachada e as soluções adotadas na época*

Data	Situação	Solução
jul/06	Aparecimento das primeiras Manchas	Construtora foi acionada e se prontificou a fazer os reparos necessários.
ago/06	Menos de um mês após a entrega houve o descolamento total do emboço e reboco dos blocos que sustentam a fachada em parte do canto superior da sala.	
jul/06 à jul/11	Situações de manchas, eflorescências e criptoflorescências em ambos os lados da fachada eram comuns, com mais aparecimento nos meses de inverno.	A participação da construtora foi diminuindo gradativamente até cessar os 5 anos de contrato.
dez/11	Foi notado eminente descolamento de algumas placas cerâmicas da fachada leste.	Tomada medida paleativa apenas onde foi detectado descolamento.
2012	Foaram notadas pequenas fissuras nas partes argamassadas da fachada leste.	Pintura das partes argamassadas da fachada.
out/15	Por conta das chuvas acima da média e insolação abaixo do normal a moradora relatou que houve acelerado processo de avanço da umidade vinda da fachada, acarretando em alta fissuração do emboço interno e seu descolamento dos blocos internos da fachada.	A moradora arcou com os custos da manutenção sem acionar o condomínio e, consequentemente, sem acarretar em uma solução geral e definitiva ao problema.

*Fonte - Elaboração própria*

Além dos relatos supracitados a moradora afirma que realiza pinturas anuais para reverter os efeitos visuais negativos, renovando as camadas de emboço e reboco das paredes internas que sofrem periodicamente com a umidade advinda da fachada.

A unidade 1002 também passou por intervenções. Segundo o proprietário, a parede da sala, que é a mais deteriorada pela umidade da fachada, já passou por renovação das camadas de emboço e reboco em duas oportunidades, sendo a última vez utilizada uma argamassa acrílica que não surtiu o efeito desejado pelo proprietário.

### 6.2.3. DIAGNÓSTICO

Por conta dos relatos variados pode-se inferir que a camada de impermeabilização aplicada na fachada não alcança um desempenho mínimo requerido desde o princípio da ocupação do prédio e se encontra comprometida quanto a manter a estanqueidade interna da edificação.

Foram encontrados sinais externos de eflorescências e manchas na fachada (Figura 17) que correspondem a manifestações patológicas existentes na parte interna da edificação.

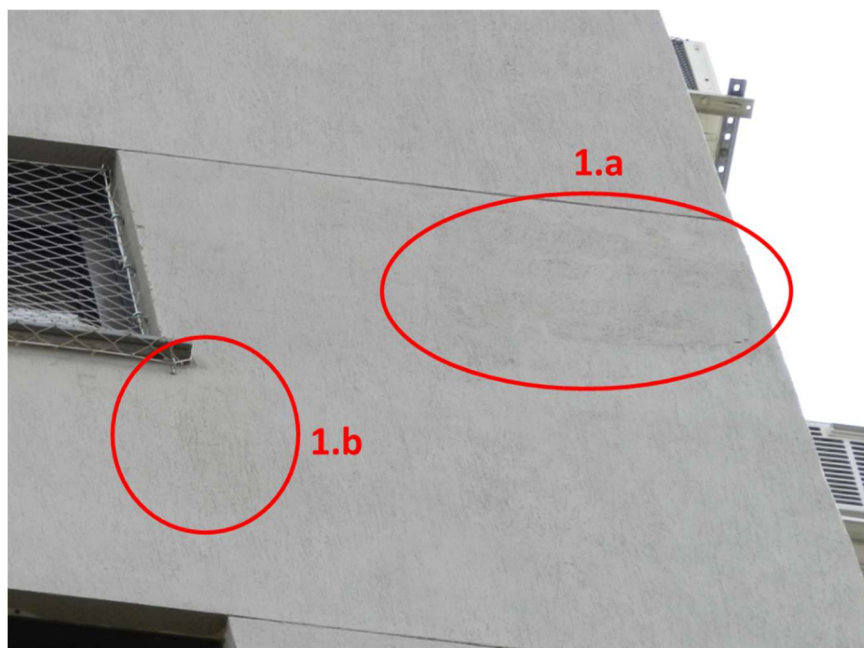
*Figura 17 - Foto da fachada leste com detalhes.*



*Fonte - Elaboração própria*

A Figura 18 mostra de maneira aproximada o detalhe 1 da Figura 17. Nela percebe-se dois pontos de pigmentação que podem estar relacionados com as manifestações patológicas mostradas pelas Figura 19 (desagregação e degradação de detalhe em gesso e manchas na parede), pela Figura 20 (manchas e princípio de vesiculação) e Figura 21 (fissuração e desacoplamento de gesso). Tais manifestações provavelmente foram provocadas pela infiltração de água nestes pontos onde, segundo relato dos moradores entrevistados, houve intervenção na ocasião da intervenção da fachada em 2012, com tamponamento de um buraco de ar condicionado e do excesso de fissuração relatado pelos moradores (1.a e 1.b, respectivamente).

*Figura 18 - Foto aproximada do detalhe 1 referente Figura 17*



*Fonte - Elaboração própria*

*Figura 19 - Manifestações patológicas na parte interna da fachada, no quarto principal*



*Fonte - Elaboração própria*

**Figura 20 - Manchas e princípio de vesiculação na parte interna da fachada, no quarto principal**



*Fonte - Elaboração própria*

**Figura 21 - Desagregação de detalhe em gesso e fissuração paralela à janela**



*Fonte - Elaboração própria*

Além do detalhe 1, os detalhes 3, 6 e 7 apresentam as mesmas características visuais. Deste modo, é válido inferir que existe pontos de fissuração excessiva em diversos estágios de comprometimento como mostrado no detalhe 1.b da Figura 18, evidenciando que o traço utilizado no revestimento argamassado da fachada na ocasião da construção do prédio foi equivocado ou mal executado, favorecendo a fissuração e, conseqüentemente, a infiltração de água por este elemento construtivo.

Os detalhes 2, 4, 5 e 8 da Figura 17 correspondem a falhas observadas nos rejuntas entre as placas cerâmicas. Após aplicação de uma leve pressão sobre eles, notou-se o esfarelamento de

parte do rejunte, demonstrando que tal elemento se encontra comprometido e com porosidade e permeabilidade acima do aceitável, permitindo com que a água infiltre com mais facilidade por estes pontos, acelerando seu processo de deterioração e gerando manifestações externas, como eflorescências e descolamento de placas (Figura 22) e manifestações internas, como vesiculação (Figura 23), apesar de reforma recente, manchas (Figura 24 e Figura 26), degradação (Figura 25) e fissuração (Figura 27).

*Figura 22 - Detalhes 2 e 5 aproximados*



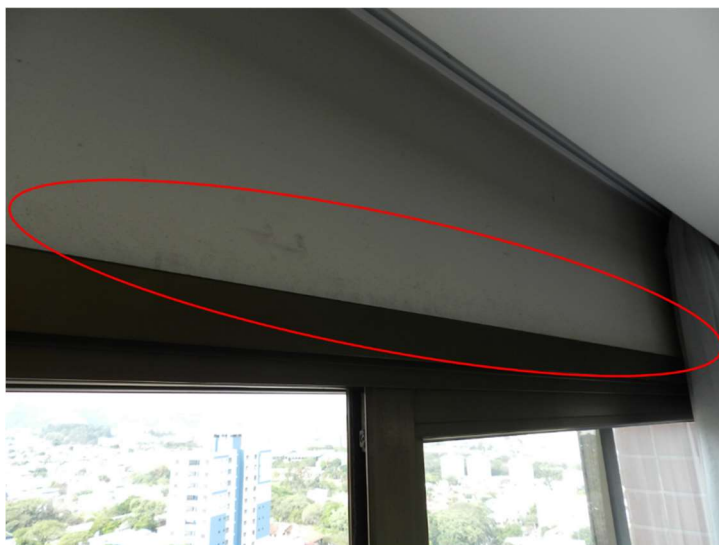
*Fonte - Elaboração própria*

*Figura 23 - Vesiculação em estágio inicial na unidade 802*



*Fonte - Elaboração própria*

***Figura 24 - Manchas na unidade 1002***



*Fonte - Elaboração própria*

***Figura 25 - Parede em avançado estado de degradação na unidade 1002***



*Fonte - Elaboração própria*

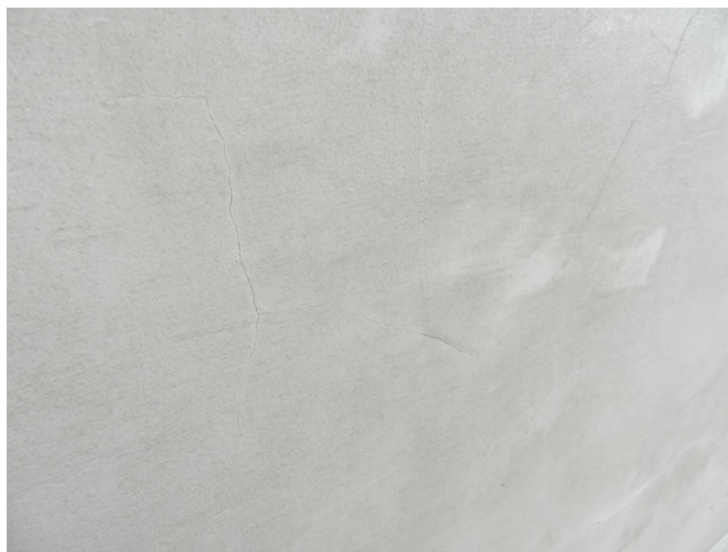


**Figura 26 – Manchas, eflorescências e possíveis criptoflorescências na unidade 1002**



*Fonte - Elaboração própria*

**Figura 27 - Fissuração e manchas na unidade 1002**



*Fonte - Elaboração própria*

Por conta da ausência de moradores na ocasião da visita técnica nas unidades 402, 502 e 602 não foi possível verificar *in loco* a presença de manifestações patológicas no interior dos apartamentos. Entretanto, por analogia às unidades visitadas, é possível inferir que tais unidades apresentem as mesmas manifestações patológicas listadas, com grau de comprometimento em diferentes estágios em função se foi realizada ou não intervenções em tais elementos construtivos.



#### **6.2.4. PROGNÓSTICO DA PATOLOGIA**

O prognóstico sugere a continuação da evolução das patologias apresentadas. Na parte externa, a tendência é que a grande porosidade e fragilidade dos rejuntas favoreça a continuação da entrada de umidade para as salas principais e enfraqueça ainda mais a camada de assentamento das placas cerâmicas nos blocos de alvenaria, propiciando o descolamento e queda das placas, acarretando em prejuízos ainda mais acentuados aos elementos estruturais e riscos sérios à segurança dos moradores.

As áreas de revestimento argamassado também apresentam um prognóstico preocupante. A natural tendência de retenção de umidade do tipo de acabamento da fachada associada com a crescente fissuração desta sugere que a permeabilidade deste elemento construtivo continuará em franca evolução, aumentando a umidade no interior dos apartamentos, continuando com tal processo. Sem uma intervenção eficaz, projeta-se uma deterioração das camadas em contato com os blocos de alvenaria em nível suficiente que faça com que a vesiculação e a degradação dos elementos construtivos evoluam para desagregação total dos revestimentos, como já foi observado na unidade 302 anteriormente.

#### **6.2.5. INTERVENÇÃO SUGERIDA**

Para ambas as áreas de revestimento, aconselha-se a retirada total do revestimento atual e exposição da alvenaria de blocos cerâmicos por tempo suficiente para a evaporação de qualquer umidade que possa estar instalada nestes. Por conta da situação de comprometimento avançado, não é possível o simples selamento de tais áreas do elemento construtivo pois este se encontra impregnado de umidade, o que acarretaria na continuação de aparecimento de manifestações patológicas mesmo após qualquer intervenção superficial. Portanto, levou-se também em consideração que não haverá reaproveitamento de nenhum tipo de material (placas cerâmicas, telas, etc.) na reconstrução dos revestimentos. A situação ideal seria de as intervenções internas acontecessem de forma contínua, com a retirada do revestimento argamassado interno.

As intervenções sugeridas serão feitas, primeiramente, de maneira unificada para as camadas de chapisco, impermeabilização e emboço e de maneiras separadas para as camadas mais externas, pois os materiais de acabamento possuem necessidades técnicas diferentes entre si. Também é necessário salientar que as sugestões de intervenção não levarão em conta ações no interior do apartamento, pois não foi possível avaliar a atual situação de todos, impossibilitando uma orçamentação fidedigna com a realidade.

Para a porção com cerâmica, o revestimento será composto por chapisco, camada de impermeabilização, emboço, argamassa colante e placa cerâmica, enquanto a porção de revestimento argamassada será executada por chapisco, camada de impermeabilização, emboço reboco e tinta (Tabela 9 e Tabela 10).

*Tabela 9 - Especificação de camadas da porção em cerâmica*

Porção de cerâmica		
Camada	Especificação	Espessura (mm)
Chapisco	Argamassa industrializada	5
Impermeabilização	Membrana acrílica	10
Emboço	Argamassa de preparo manual 1:2:8	35
Argamassa colante	Argamassa colante do tipo AC-III E, para peças de insolação direta	10
Cerâmica	Acabamento em acordo com projeto arquitetônico com placas azuis 10x10 cm	5,5
Espessura total		65,5

*Fonte - Elaboração própria*

*Tabela 10 - Especificação de camadas da porção argamassada*

Porção argamassada		
Camada	Especificação	Espessura (mm)
Chapisco	Argamassa industrializada	5
Impermeabilização	Membrana acrílica	10
Emboço	Argamassa de preparo manual 1:2:8	35
Reboco (Massa acrílica)	Camada para recebimento de pintura	10
Pintura	Pintura conforme projeto arquitetônico	1
Espessura total		61

*Fonte - Elaboração própria*

Após o período de exposição da base é necessário, primeiramente, prepará-la para o recebimento das camadas do revestimento. Aconselha-se, antes da aplicação do chapisco, garantir a limpeza dos blocos cerâmicos, pois sobras do revestimento anterior podem acarretar em desacoplamentos, conforme explicado nos itens 4.3 e 4.4. O chapisco será aplicado de maneira mecânica.

Após aplicação do chapisco será executada a camada impermeabilizante, responsável pelo caráter estanque do revestimento. Por se tratar de uma solução empregada pelo lado externo do elemento construtivo, deve-se levar em consideração desempenho térmico da camada, levando em consideração que é necessário que tal camada apresente flexibilidade suficiente para evitar

futuras fissurações. Portanto, para sanar tal problema o material utilizado para garantir o bloqueio da umidade escolhido foi a utilização de membranas acrílicas, conforme explicitado no capítulo 4.3, por se tratar de um método construtivo com flexibilidade suficiente para ser empregado em elementos construtivos sujeitos a deslocamentos.

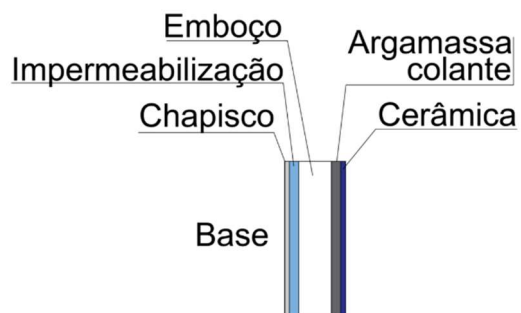
O emboço será realizado como camada intermediária entre as camadas externas e a camada de impermeabilização. Com 35 milímetros de espessura, ele será responsável por grande parte da espessura do revestimento que, de acordo com a NBR 13749 (ABNT, 1996), deve apresentar mínimo de 30 milímetros. A camada em questão será realizada de maneira executada de maneira manual e feita em obra, respeitando o traço de 1:2:8.

Após o emboço, na porção com acabamento cerâmico, será aplicada uma camada de argamassa colante (chamada de maneira técnica de argamassa modificada com polímero) para posterior assentamento das placas cerâmicas e finalização, conforme a execução explicitada no capítulo 4.4.2. A argamassa colante escolhida foi do tipo AC-III-E, que possui coeficientes de dilatação melhores adaptados à situação de insolação direta observada na fachada intervinda. Aconselha-se para a execução dos rejuntas um controle de qualidade rigoroso e parcimônia na utilização de água, a fim de evitar a porosidade excessiva observada no rejunte atual e, conseqüentemente, patologias como as citadas no capítulo 3.3.

Na porção argamassada, após o emboço, a finalização será feita em duas etapas. Primeiramente, será necessário a aplicação de massa acrílica, que servirá de apoio e regularização para a aplicação da pintura com tinta também acrílica e texturizada, de acordo com o projeto arquitetônico do prédio.

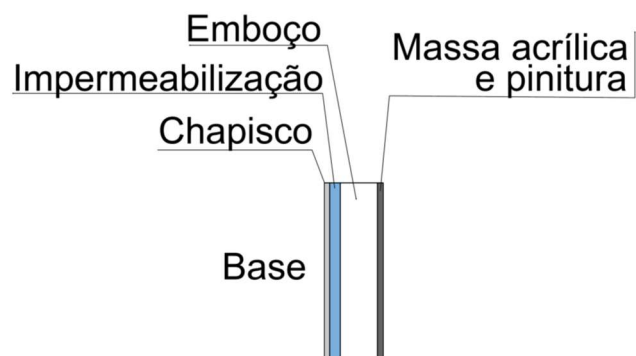
Serão realizadas também a inserção de juntas de dilatação (ou dessolidarização). Tais juntas já se encontram inseridas na fachada atual da edificação (Figura 30), se distanciando 3 metros uma das outras em toda a fachada e são responsáveis por diminuir a fissuração externa por conta da dilatação térmica. Por isso, é de extrema importância a reconstrução de tais juntas, para que o plano argamassado da fachada não apresente dimensões extremas o suficiente para o aparecimento de fissuras ocasionadas pelo trabalho térmico dos materiais empregados no revestimento externo.

**Figura 28 - Perfil da porção de revestimento cerâmico**



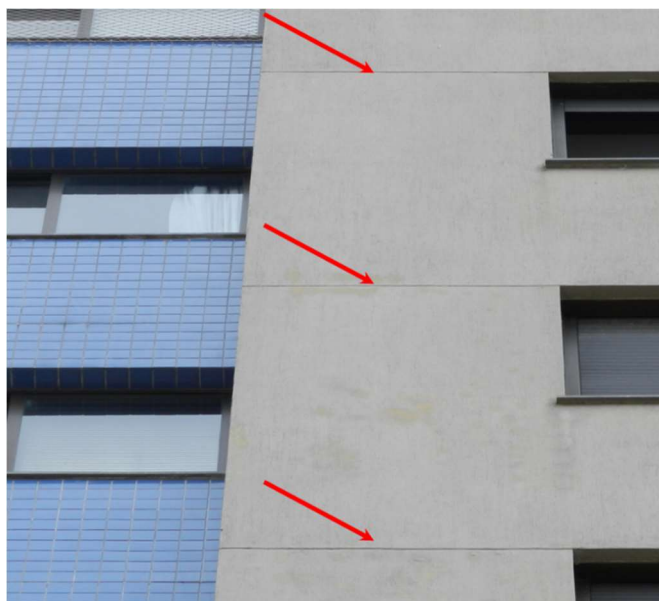
*Fonte - Elaboração própria*

**Figura 29 - Perfil da porção argamassada**



*Fonte - Elaboração própria*

**Figura 30 - Juntas de dessolidarização em destaque**



*Fonte - Elaboração própria*

### 6.2.6. ORÇAMENTO

O orçamento levou em consideração, além de informações obtidas nas planilhas de composições e insumos da Caixa Econômica Federal (C.E.F.), informações adicionais obtidas por empresas atuantes no mercado de andaimes para orçar esta intervenção. Os módulos de andaimes de fachadeiros foram obtidos e calculados a partir de catálogo disponível pela empresa VERSÁTIL ANDAIMES e também contarão com proteção para pedestres na base do andaime de um metro de largura, tendo em vista a possibilidade de passagem de pessoas durante o período de obra (ANEXO B).

Os preços de aluguel de andaime não são disponíveis na tabela de composições de custos da C.E.F. Portanto, foram realizadas três tomadas de preço em empresas diferentes da região de Porto Alegre e, para fins de orçamento, tomado como preço praticado a média dos valores obtidos e considerando 4 semanas de intervenção em função da extensão da obra, totalizando 28 dias de aluguel

#### 6.2.6.1. ÁREAS E PERÍMETROS

As áreas e perímetros levados em consideração estão na Tabela 11. Nela foram calculadas de maneira separadas as áreas argamassadas, cerâmicas e para as juntas de dessolidarização.

*Tabela 111 - Áreas pertinentes à intervenção*

Áreas e Perímetros				
Ambiente	Revestimento	Perímetro por andar (m)	Área Pertinente (m <sup>2</sup> )	Totais
Fachada	Cerâmico	4,5	118,7	149,7
		9,4	9,4	
		0,6	21,6	
Fachada	Argamassado	4,25	165,8	165,8
Fachada	Junta	9,4	13 juntas	122,2

*Fonte - Elaboração própria*

#### 6.2.6.2. COMPOSIÇÕES

As composições realizadas para este objeto de estudo foram realizadas da mesma maneira que na intervenção de água de solo (item 6.1.6). Foram considerados nas Tabela , Tabela , Tabela e Tabela gastos com materiais brutos, construção de elementos pertinentes a intervenção, mão de obra e impostos trabalhistas.

Tabela 12 - Composições realizadas (1º Parte)

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>TRANSPORTE COMERCIAL COM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA - M3/KM</b>						
01.05.04	CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, PESO BRUTO TOTAL 16.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 13.071 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	R\$ 643,48	0,0067000	R\$ 4,31		
	SUB-TOTAIS				R\$ 4,31	R\$ 0,00	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 0,00	
	TOTAIS				R\$ 4,31	R\$ 0,00	R\$ 4,31

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>TRANSPORTE HORIZONTAL, TUBOS DE AÇO CARBONO LEVE OU MÉDIO, PRETO OU GALVANIZADO, COM DIÂMETRO MAIOR QUE 40 MM E MENOR OU IGUAL A 65 MM, MANUAL, 30M. AF_06/2015 - M</b>						
02.01.01	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,0277000		R\$ 0,15	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 0,15	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 0,35	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 0,51	R\$ 0,51

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>TRANSPORTE HORIZONTAL, TUBOS DE AÇO CARBONO LEVE OU MÉDIO, PRETO OU GALVANIZADO, COM DIÂMETRO MAIOR QUE 90 MM E MENOR OU IGUAL A 125 MM, MANUAL, 30M. AF_06/2015</b>						
02.01.01	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,0646000		R\$ 0,36	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 0,36	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 0,82	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 1,18	R\$ 1,18

Fonte - Elaboração própria

Tabela 13- Composições realizadas (2ª Parte)

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ANDAIME MODULAR FACHADEIRO, COM PISO METÁLICO, PARA EDIFICAÇÕES COM MÚLTIPLOS PAVIMENTOS (EXCLUSIVE ANDAIME E LIMPEZA). AF_11/2017 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
02.01.13	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 8,93	0,2951000		R\$ 2,64	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,0590000		R\$ 0,33	
Comp	TRANSPORTE HORIZONTAL, TUBOS DE AÇO CARBONO LEVE OU MÉDIO, PRETO OU GALVANIZADO, COM DIÂMETRO MAIOR QUE 40 MM E MENOR OU IGUAL A 65 MM, MANUAL, 30M. AF_06/2015	M	R\$ 0,51	5,5769000	R\$ 2,82		
	SUB-TOTAIS				R\$ 2,82	R\$ 2,96	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 6,73	
	TOTAIS				R\$ 2,82	R\$ 9,69	R\$ 12,51

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	COLOCAÇÃO DE TELA EM ANDAIME FACHADEIRO. AF_11/2017 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.10.07	ABRACADEIRA DE NYLON PARA AMARRACAO DE CABOS, COMPRIMENTO DE 200 X *4,6* MM	UN	R\$ 0,13	0,8945000	R\$ 0,12		
01.10.08	TELA FACHADEIRA EM POLIETILENO, ROLO DE 3 X 100 M (L X C), COR BRANCA, SEM LOGOMARCA - PARA PROTECAO DE OBRAS	M2	R\$ 1,58	1,1770000	R\$ 1,86		
02.01.14	AJUDANTE DE CARPINTEIROCOMPLEMENTARES	H	R\$ 9,55	0,0699000		R\$ 0,67	
02.01.15	COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 12,74	0,0734000		R\$ 0,94	
	SUB-TOTAIS				R\$ 1,98	R\$ 1,60	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 3,64	
	TOTAIS				R\$ 1,98	R\$ 5,24	R\$ 7,22

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	COBERTURA PARA PROTEÇÃO DE PEDESTRES COM ESTRUTURA DE ANDAIME, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM. AF_11/2017 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.10.09	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2,20 X 1,10 m, E = 14 MM	UN	R\$ 66,04	0,5207000	R\$ 34,39		
02.01.13	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 8,93	6,4033000		R\$ 8,93	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	1,2800000		R\$ 7,14	
	SUB-TOTAIS				R\$ 34,39	R\$ 16,07	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 36,48	
	TOTAIS				R\$ 34,39	R\$ 52,56	R\$ 86,94

	DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
02.01.10	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 11,58	0,2553000		R\$ 2,96	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,7195000		R\$ 4,01	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 6,97	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 15,82	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 22,80	R\$ 22,80

	DEMOLIÇÃO DE ARGAMASSAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,0374000		R\$ 0,26	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,1053000		R\$ 0,59	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 0,85	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 1,92	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 2,77	R\$ 2,77

	LIMPEZA DE SUPERFÍCIES COM JATO DE ALTA PRESSÃO DE AR E ÁGUA - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.05.03	LAVADORA DE ALTA PRESSÃO (LAVA-JATO) PARA ÁGUA FRIA, PRESSÃO DE OPERAÇÃO ENTRE 1400 E 1900 LIB/POL2, VAZÃO MÁXIMA ENTRE 400 E 700 L/H	UN	R\$ 1.667,50	0,0000250	R\$ 0,04		
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,1000000		R\$ 0,56	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,04	R\$ 0,56	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 1,27	
	TOTAIS				R\$ 0,04	R\$ 1,82	R\$ 1,87

	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
Comp	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA CHAPISCO ROLADO, PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M3	R\$ 3.779,61	0,0015000	R\$ 5,67		
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,1080000		R\$ 0,75	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,0540000		R\$ 0,30	
	SUB-TOTAIS				R\$ 5,67	R\$ 1,05	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 2,39	
	TOTAIS				R\$ 5,67	R\$ 3,44	R\$ 9,11

Fonte - Elaboração própria

Tabela 14- Composições realizadas (3º Parte)

	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
02.01.12	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA CHAPISCO ROLADO	KG	R\$ 1,73	1995,0000	R\$ 3.451,35		
02.01.01	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	17,9900		R\$ 100,38	
	SUB-TOTAIS				R\$ 3.451,35	R\$ 100,38	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 227,87	
	TOTAIS				R\$ 3.451,35	R\$ 328,26	R\$ 3.779,61

	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE, COM IMPERMEABILIZANTE FLEXIVEL A BASE ACRILICA. - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.08.03	IMPERMEABILIZANTE FLEXIVEL BRANCO DE BASE ACRILICA PARA COBERTURAS	KG	R\$ 14,67	2,5000000	R\$ 36,68		
02.01.16	IMPERMEABILIZADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 13,38	1,4000000		R\$ 18,73	
02.01.01	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,7000000		R\$ 3,91	
	SUB-TOTAIS				R\$ 36,68	R\$ 22,64	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 51,39	
	TOTAIS				R\$ 36,68	R\$ 74,03	R\$ 110,70

	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 35 MM. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.10.10	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,24 MM, MALHA 25 X 25 MM	M2	R\$ 12,14	0,1388000	R\$ 1,69		
Comp	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	R\$ 758,78	0,0421000	R\$ 31,94		
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,8600000		R\$ 5,97	
02.01.01	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,8600000		R\$ 4,80	
	SUB-TOTAIS				R\$ 33,63	R\$ 10,77	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 24,44	
	TOTAIS				R\$ 33,63	R\$ 35,21	R\$ 68,84

	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014 - M3	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.01.02	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 55,00	1,2900000	R\$ 70,95		
01.02.04	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,58	193,7000	R\$ 112,35		
01.02.01	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$ 0,53	185,6300	R\$ 98,38		
02.01.08	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 17,21	4,7500000		R\$ 81,75	
01.05.01	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	R\$ 45,13	1,1100000	R\$ 50,10		
01.05.02	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	R\$ 43,87	3,6400000	R\$ 159,69		
	SUB-TOTAIS				R\$ 491,46	R\$ 81,75	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 185,57	
	TOTAIS				R\$ 491,46	R\$ 267,31	R\$ 758,78

	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 10 X 10 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS A PRUMO, APLICADO EM PANOS COM VÃOS. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.08.04	PASTILHA CERAMICA/PORCELANA, REVEST INT/EXT E PISCINA, CORES FRIAS *10 X 10* CM	M2	R\$ 29,90	1,1600000	R\$ 34,68		
01.02.10	ARGAMASSA COLANTE TIPO ACII E	KG	R\$ 1,81	7,6900000	R\$ 13,92		
02.01.10	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 11,58	1,2900000		R\$ 14,94	
02.01.01	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,6500000		R\$ 3,63	
	SUB-TOTAIS				R\$ 48,60	R\$ 18,57	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 42,14	
	TOTAIS				R\$ 48,60	R\$ 60,71	R\$ 109,31

Fonte - Elaboração própria



Tabela 15 - Composições realizadas (4ª Parte)

	APLICAÇÃO MANUAL DE MASSA ACRÍLICA EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, DUAS DEMÃOS. AF_05/2017 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.10.11	LIXA EM FOLHA PARA PAREDE OU MADEIRA, NUMERO 120 (COR VERMELHA)	UN	R\$ 0,66	0,1000000	R\$ 0,07		
01.02.11	MASSA ACRÍLICA PARA PAREDES INTERIOR/EXTERIOR	GL	R\$ 30,41	0,2440000	R\$ 7,42		
02.01.12	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 12,74	0,3340000		R\$ 4,26	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,0830000		R\$ 0,46	
	SUB-TOTAIS				R\$ 7,49	R\$ 4,72	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 10,71	
	TOTAIS				R\$ 7,49	R\$ 15,43	R\$ 22,91

	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PANOS COM PRESENÇA DE VÃOS DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.02.12	MASSA PARA TEXTURA LISA DE BASE ACRÍLICA, USO INTERNO E EXTERNO	KG	R\$ 5,68	1,9380000	R\$ 11,01		
02.01.12	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 12,74	0,1510000		R\$ 1,92	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,0380000		R\$ 0,21	
	SUB-TOTAIS				R\$ 11,01	R\$ 2,14	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 4,85	
	TOTAIS				R\$ 11,01	R\$ 6,98	R\$ 17,99

	JUNTA 2,5X2,5CM COM ARGAMASSA 1:1:3 IMPERMEABILIZANTE DE HIDRO-ASFALTO CIMENTO E AREIA PARA PISO EM PLACAS - M	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.02.13	ARGAMASSA POLIMÉRICA IMPERMEABILIZANTE SEMIFLEXÍVEL, BICOMPONENTE (MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE ACRÍLICA)	KG	R\$ 4,81	1,0000000	R\$ 4,81		
01.01.01	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 55,00	0,0023000	R\$ 0,13		
01.02.01	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$ 0,53	1,0000000	R\$ 0,53		
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	0,4400000		R\$ 3,05	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,4400000		R\$ 2,46	
	SUB-TOTAIS				R\$ 5,47	R\$ 5,51	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 12,50	
	TOTAIS				R\$ 5,47	R\$ 18,01	R\$ 23,48

Fonte - Elaboração própria

### 6.2.6.3. ORÇAMENTO ANALÍTICO

O orçamento analítico, como no caso de unidade advinda de solo, entrega o valor de cada etapa da intervenção a partir do cruzamento de dados entre áreas e perímetros da fachada com o valor unitário de cada etapa de trabalho entregue pelas composições. Os honorários de serviço de um engenheiro civil foram calculados levando em consideração uma visita inicial para coleta de dados de dez horas de trabalho, incluindo medições, análises, entrevistas e afins, vinte visitas de duas horas cada com mais uma hora de deslocamento por visita e dez horas para realização do projeto.

Tabela 16 - Orçamento analítico

Descrição	Quant	Unit	Material	Mão-de-obra	Total
1. Serviços Extras					
ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	80	H	R\$10,00	R\$8.994,65	
TOTAL GRUPO			R\$10,00	R\$8.994,65	R\$9.004,65
2. ANDAIME					
ALUGUEL	315,4	M2/D	R\$3.469,84	R\$0,00	
TRANSPORTE RODOVIÁRIO	960,0	M3/KM	R\$4.138,85	R\$0,00	
TRANSPORTE HORIZONTAL DE TUBOS DE AÇO - 30 METROS	4925,7	M	R\$0,00	R\$5.806,09	
MONTAGEM E DESMONTAGEM	315,4	M2	R\$1.198,63	R\$3.110,37	
COLOCAÇÃO DE TELA	401,8	M2	R\$794,01	R\$2.105,92	
TOTAL GRUPO			R\$9.601,33	R\$11.022,38	R\$20.623,71
3. FACHADA					
DEMOLIÇÃO DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO ATUAL	315,4	M2	R\$0,00	R\$ 873,81	
DEMOLIÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO ATUAL	149,7	M2	R\$0,00	R\$ 3.412,30	
LIMPEZA DA BASE DOS REVESTIMENTOS	315,4	M2	R\$13,15	R\$ 575,57	
APLICAÇÃO DE CHAPISCO	315,4	M2	R\$1.788,36	R\$1.083,93	
EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO	315,4	M2	R\$11.568,76	R\$ 23.350,84	
EXECUÇÃO DO EMBOÇO	315,4	M2	R\$10.608,11	R\$ 11.106,25	
APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE E ASSENTAMENTO DE CERÂMICA	149,7	M2	R\$7.275,37	R\$ 9.087,41	
APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA PARA REGULARIZAÇÃO	165,8	M2	R\$1.240,81	R\$ 2.557,33	
EXECUÇÃO DA PINTURA	165,8	M2	R\$1.824,55	R\$ 1.157,60	
EXECUÇÃO DE JUNTAS DE DESSOLIDARIZAÇÃO	122,2	M	R\$668,01	R\$ 2.201,28	
TOTAL GRUPO			R\$34.987,11	R\$55.406,32	R\$90.393,43
				TOTAL DA INTERVENÇÃO	R\$120.021,79

Fonte - Elaboração própria

## 6.3.ACIDENTAL

### 6.3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A análise das consequências da umidade advinda de fonte acidental foi realizada nas dependências de um apartamento duplex residencial de 168 metros quadrados na Rua Carlos Von Koseritz, no bairro São João. Construído em 1979, ele localiza-se no último andar de um prédio unicamente residencial de oito pavimentos, sendo quatro apartamentos idênticos por andar e foi adquirido pela atual dona no ano de 2009, no qual passou por uma rápida reforma que não incluiu as áreas afetadas pelas manifestações patológicas.

A área analisada se trata de um banheiro de 5,8 metros quadrados localizado no primeiro pavimento do duplex e a área aberta localizada de 24 metros quadrados no segundo pavimento.

*Figura 31 - Fachada do prédio*



*Fonte – Google Earth, 2018*

*Figura 32 - Localização do prédio*



*Fonte - Google Earth, 2018*

### **6.3.2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS – HISTÓRICO DO PROCESSO**

De acordo com a proprietária do apartamento, o aparecimento das manifestações patológicas se iniciou no ano de 2010. O início do processo se deu com o aparecimento uma pequena mancha no gesso instalado no teto do banheiro de uso coletivo do primeiro pavimento. Pelo fato da manifestação apresentar uma evolução muito lenta, nada foi feito inicialmente e ela passou praticamente despercebida se não fosse poucos episódios de acúmulo de umidade na exata localização da mancha.

No ano de 2015 os moradores da residência decidiram realizar uma nova reforma, a fim de modificar as áreas que não foram modificadas na ocasião da compra do imóvel. Na ocasião, foi instalado um ralo extra e os caimentos necessários na área externa da cobertura, em um local onde era comum o acúmulo de água da chuva. Tal ralo faz a passagem da água da chuva entre a laje citada, a fim de escoar melhor a água da chuva que incide na área externa da cobertura.

Após a última reforma, as manifestações se intensificaram. Ainda no ano de 2015 a nova placa de gesso instalada no banheiro apresentou uma deterioração total no local onde antes se desenvolviam leves manchas, deixando um buraco largo no forro, o que permitia um gotejamento direto da laje ao chão em dias de chuvas muito forte. Durante os dois anos seguintes foi aplicado de maneira periódica pasta de gesso a fim de tamponar o local. Em 2017 instalou-se uma bandeja de alumínio com uma mangueira de látex sob o forro a fim de cessar os gotejamentos no gesso, situação a qual se encontrava a mesma na ocasião da visita técnica realizada pelo autor do trabalho.

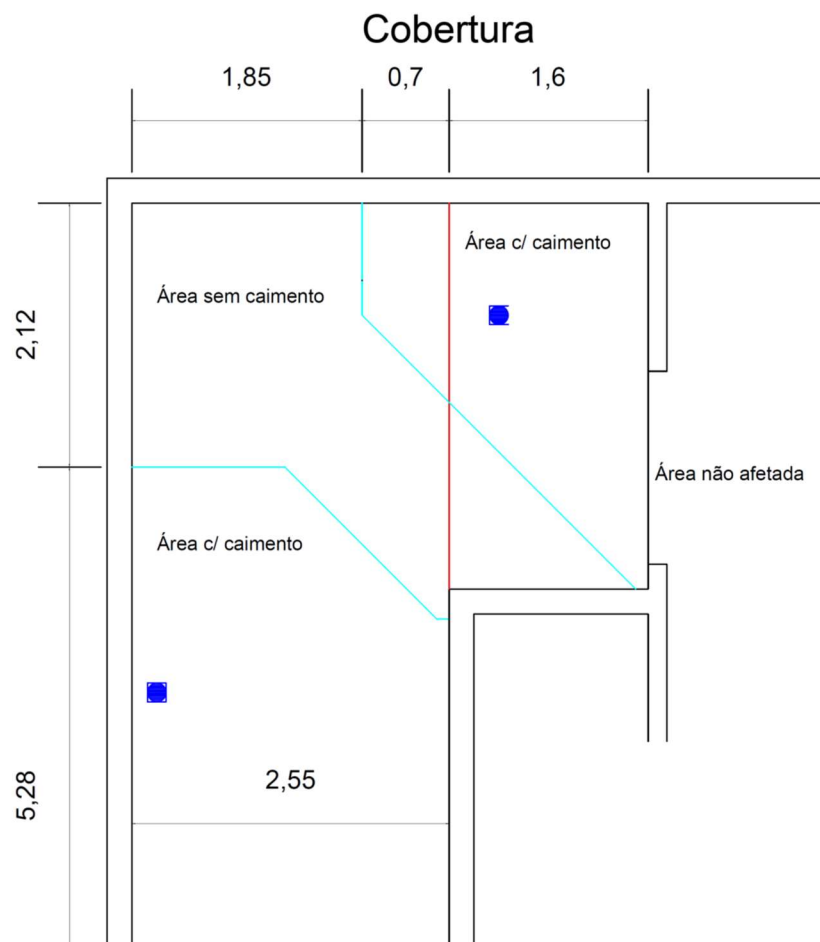
### **6.3.3. DIAGNÓSTICO**

O primeiro ambiente a ser analisado foi o banheiro do primeiro pavimento (Figura 34). Pelo fato da visita ter sido realizada em um dia seco e parcialmente ensolarado e o cômodo não ter sido usado para banho no dia, ele se encontrava seco e sem sinais de umidade ao toque, inclusive nas patologias observadas.

No local indicado pela moradora foram observadas quatro manifestações patológicas. À primeira vista, a parte externa do forro de gesso apresentava irregularidades na superfície fruto de tamponamentos anteriores com manchas leves (Figura 35) e a laje entre o banheiro e a área externa da cobertura apresentava deterioração da camada de cobrimento do concreto de maneira radial (Figura 36) e vinda da caixa sifonada, expondo a armadura, que já se encontrava oxidada devido à umidade proveniente do uso do banheiro (Figura 37 e Figura 38).

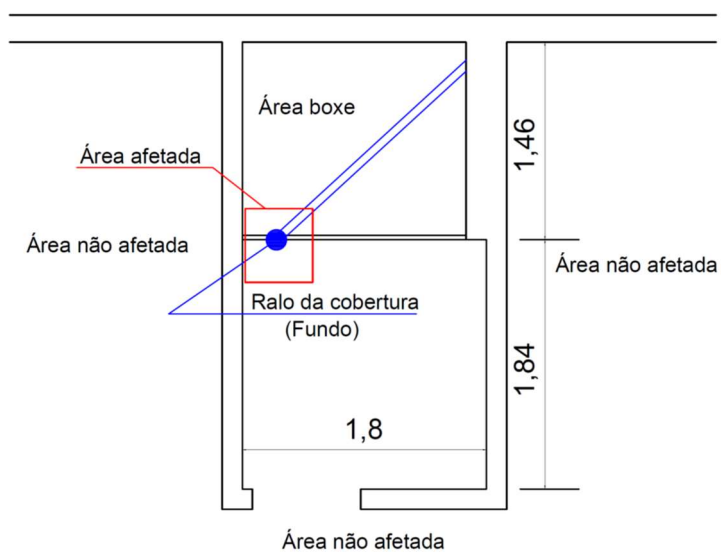
Levando em consideração os relatos da moradora e a análise preliminar dos locais indicados verificou-se com mais atenção o ralo da cobertura, o qual possui acesso pelo banheiro. Trata-se de uma pequena caixa sifonada que tem como finalidade recolher parte da água decorrente da chuva acumulada na área externa da cobertura e orientá-la até o sistema de esgoto (Figura e Figura 40). Inicialmente não se encontrou nenhum defeito que indicasse a fonte das manifestações patológicas existentes. Posteriormente à análise visual “à seco” do elemento hidráulico, foi derramado 5 litros de água no local, simulando uma chuva torrencial na área externa, o que iniciou um processo de gotejamento pela caixa sifonada, evidenciando que havia um defeito no elemento, podendo ser uma trinca adquirida na ocasião da instalação ou durante a utilização deste ou falha no isolamento das junções do elemento com a rede de encanamento de esgoto do apartamento.

*Figura 33 - Planta baixa do pavimento de cobertura, indicando o posicionamento dos ralos.*



*Fonte - Elaboração própria*

**Figura 34 - Planta baixa da área do banheiro, mostrando a posição do ralo instalado na laje acima.**



*Fonte - Elaboração própria*



*Figura 35 - Banheiro*



*Fonte - Acervo próprio*

*Figura 36 - Marcas de tamponamentos já realizados*



*Fonte - Acervo próprio*

*Figura 37 - Capa de cobrimento deteriorada e armadura exposta*



*Fonte - Acervo próprio*



*Figura 38 - Armadura exposta com indícios de oxidação em evolução*



*Fonte - Acervo próprio*

***Figura 39 - Caixa sifonada vista pelo lado inferior da laje (direção do fluxo ao detalhe)***



***Fonte - Acervo próprio***

*Figura 40 - Caixa sifonada em vista superior à laje*



*Fonte - Acervo próprio*

#### **6.3.4. PROGNÓSTICO DA PATOLOGIA**

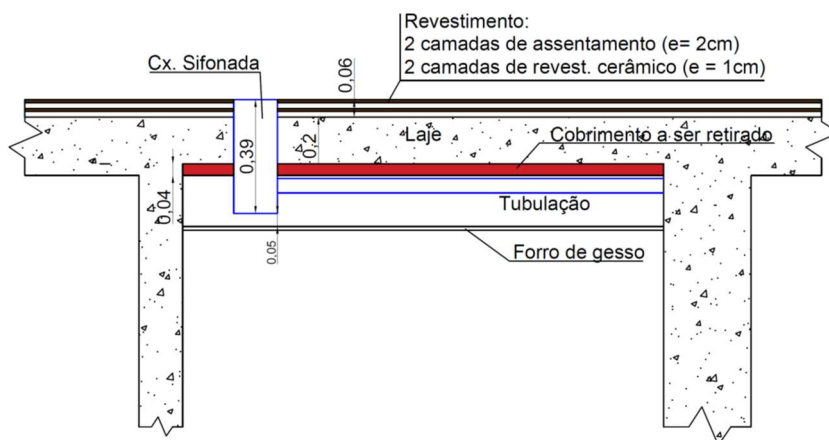
O prognóstico da patologia sugere uma expansão importante dos problemas observados. O gotejamento oriundo da caixa sifonada tende a repetir a degradação já observada anteriormente no forro de gesso, repetindo os transtornos já causados, como empoçamento de água no piso do banheiro, degradação visual do cômodo e prejuízos financeiros com manutenção.

A tendência do concreto e da armadura é continuar o processo de degradação que já sofrem. Com mais superfícies degradadas de concreto, mais porções da armadura estarão expostas e sofrerão o processo de oxidação. As armaduras oxidadas, por sua vez, sofrem um processo de expansão, o qual forçam as porções de concreto adjacentes a si e provocam fissuração exagerada na peça, aumentando as superfícies suscetíveis ao contato com umidade e, em situações extremas, condenando toda a capacidade estrutural da peça.

#### **6.3.5. INTERVENÇÃO SUGERIDA**

Deverão ser adotadas diversas intervenções, tendo em vista a natureza da patologia detectada assim como as manifestações patológicas consequentes desta. Primeiramente recomenda-se a troca de todo o conjunto que exerce a captação de água da chuva, sendo indicado para tal um modelo que possua diâmetro de entrada de no máximo 150 milímetros (Figura 36).

*Figura 36 - Imagem em corte da laje atualmente*

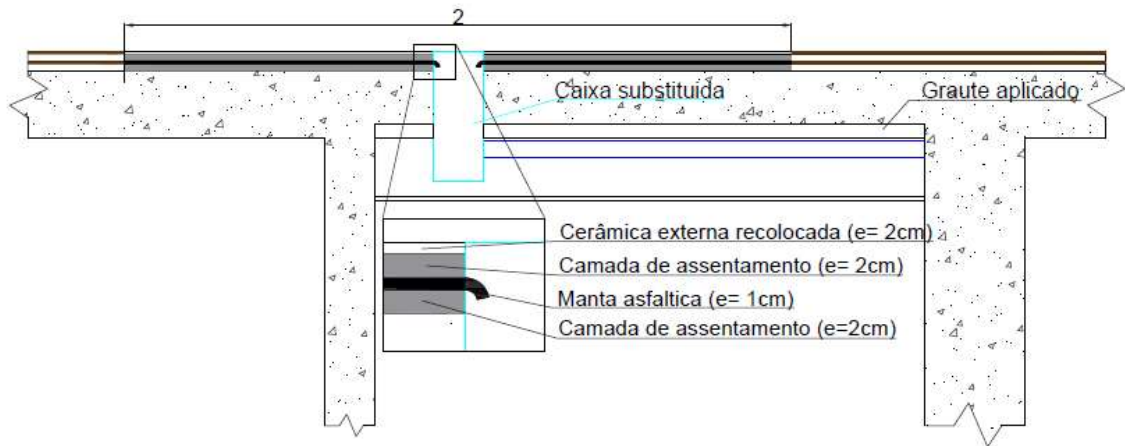


*Fonte - Elaboração própria*

Na ocasião da instalação, por conta da dupla camada de revestimento cerâmico pré-existente, será necessário a substituição apenas da camada de material cerâmico que se encontra abaixo da camada cerâmica externa, colocando em seu lugar uma camada de manta asfáltica por conta de suas características flexíveis e preço acessível, impedindo a infiltração acidental de água da chuva na laje. Recomenda-se dimensões de um metro a partir do centro do ralo, totalizando 4 metros quadrados e, posteriormente a isto, reinstalar as placas cerâmicas mais externas, aplicando argamassa AC-III-E para melhor controle de fissuração e desempenho à exposição solar.

A recuperação da laje será realizada em múltiplas etapas. Primeiramente será necessário a retirada completa do forro de gesso, para facilitar o acesso à laje e permitir que seja possível a retirada completa de todo o cobrimento. Com as armaduras expostas, se realizará uma camada de pintura de zincagem nos ferros da laje para que se diminua a velocidade de evolução e expansão da oxidação na armadura. Após isto, será possível aplicar uma camada de grout com aditivo hidrófugo de espessura de 4 centímetros, a fim de proporcionar uma aderência importante e suficiente entre o restante da laje e a nova camada e uma impermeabilização confiável na peça. Por fim, reconstruir o forro de gesso da peça, pois assim qualquer vapor oriundo do uso da peça será bloqueado, evitando as patologias e manifestações patológicas ligadas a esta fonte, conforme o item 3.3. A disposição final dos elementos a sofrerem interferência encontram-se evidenciadas na Figura 42.

*Figura 42 - Imagem em corte da laje após intervenção sugerida*



*Fonte - Elaboração própria*

### 6.3.6. ORÇAMENTO

#### 6.3.6.1. ÁREAS

O quadro de áreas em questão foi dividido em dois ambientes distintos (cobertura e banheiro) e levando em conta a dimensão de alcance das manifestações patológicas em casa parte analisada.

*Tabela 17 - Quadro de áreas*

Áreas			
Ambiente	Elemento Estrutural	Dimensões (m)	Área Pertinente (m <sup>2</sup> )
Cobertura	Piso	2 x 2	4,0
Banheiro	Laje	3,3 x 1,8	5,9

*Fonte - Elaboração própria*

#### 6.3.6.2. COMPOSIÇÕES

As composições realizadas para este projeto se basearam nos mesmos preceitos do projeto do item 6.1. Com separação entre custos de mão de obra e materiais, analisou-se o custo de todos os insumos e composições e foi acrescentado valores relacionados a encargos sociais quando necessário (Tabela , Tabela , Tabela e Tabela ).

Tabela 18 - Composições realizadas (1ª parte)

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>CAIXA SIFONADA, PVC, DN 150 X 185 X 75 MM, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAIS DE ENCAMINHAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL. AF_12/2014</b>						
01.08.02	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	UN	R\$43,45	0,0148	R\$ 0,64		
01.07.02	ANEL BORRACHA DN 75 MM, PARA TUBO SERIE REFORCADA ESGOTO PREDIAL	UN	R\$34,85	1	R\$ 34,85		
01.07.01	CAIXA SIFONADA PVC, 150 X 185 X 75 MM, COM GRELHA QUADRADA BRANCA	UN	R\$15,91	1	R\$ 15,91		
01.10.03	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) ( DE *400* G)	UN	R\$37,73	0,03	R\$ 1,13		
01.10.04	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	UN	R\$0,80	0,0225	R\$ 0,02		
01.10.01	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	R\$1,41	0,0365	R\$ 0,05		
02.01.09	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$9,68	0,21		R\$ 2,03	
02.01.05	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$12,90	0		R\$ 2,71	
	SUB-TOTAIS				R\$ 52,60	R\$ 4,74	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 10,76	
	TOTAIS				R\$ 52,60	R\$ 15,51	R\$ 68,11

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017 - M2</b>						
02.01.10	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$32,98	0,2553		R\$ 8,42	
02.01.01	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$5,58	0,7195		R\$ 4,01	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 12,43	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 28,23	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 40,66	R\$ 40,66

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>MANTA IMPERMEABILIZANTE A BASE DE ASFALTO - FORNECIMENTO E INSTALACAO - M2</b>						
01.03.01	MANTA ASFALTICA ELASTOMERICA EM POLIESTER 3 MM, TIPO III, CLASSE B, ACABAMENTO PP (NBR 9952)	M2	R\$32,98	1	R\$ 32,98		
01.10.05	ADESIVO ACRILICO/COLA DE CONTATO	KG	R\$17,71	0,27	R\$ 4,78		
02.01.01	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$5,58	0,14		R\$ 0,78	
	SUB-TOTAIS				R\$ 37,76	R\$ 0,78	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 1,77	
	TOTAIS				R\$ 37,76	R\$ 2,55	R\$ 40,32

Fonte - Elaboração própria

Tabela 19 - Composições realizadas (2º parte)

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MENOR QUE 5M2, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014 - M2	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
COMP.	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	R\$608,05	0,0213	R\$ 12,95		
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$11,58	0,46		R\$ 5,33	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$5,58	0,167		R\$ 0,93	
	SUB-TOTAIS				R\$ 12,95	R\$ 6,26	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 14,21	
	TOTAIS				R\$ 12,95	R\$ 20,47	R\$ 33,42

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014 - M3	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.01.02	AREIA MÉDIA	M3	R\$60,00	0	R\$77,40		
01.02.04	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$0,58	193,7	R\$112,35		
01.02.01	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$0,53	185,63	R\$98,38		
02.01.08	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$17,21	4,750000		R\$81,75	
01.05.01	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	R\$45,13	1,110000	R\$50,10		
01.05.02	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	R\$43,87	3,640000	R\$159,69		
	SUB-TOTAIS				R\$ 497,91	R\$ 81,75	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 185,57	
	TOTAIS				R\$ 497,91	R\$ 267,31	R\$ 765,23

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA PADRÃO POPULAR DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M2. AF_06/2014	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
01.08.02	PISO PORCELANATO, BORDA RETA, EXTRA, FORMATO MAIOR QUE 2025 CM2	M2	R\$54,23	1,2	R\$65,08		
01.02.05	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	R\$0,40	4,86	R\$1,94		
01.02.06	REJUNTE COLORIDO, CIMENTICIO	KG	R\$2,54	0,24	R\$0,61		
02.01.10	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$11,58	0,64		R\$7,41	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$5,58	0,26		R\$ 1,45	
	SUB-TOTAIS				R\$ 67,63	R\$ 1,45	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 3,29	
	TOTAIS				R\$ 67,63	R\$ 4,74	R\$ 72,37

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_01/2015 - M3	UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	4,7314	R\$ 32,84		
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	3,3466	R\$ 18,67		
COMP.	GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:1,6:1,9 (CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_02/2015	M3	R\$ 560,75	1,203		R\$ 674,58	
	SUB-TOTAIS				R\$ 51,51	R\$ 674,58	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 1.531,30	
	TOTAIS				R\$ 51,51	R\$ 2.205,89	R\$ 2.257,40

Fonte - Elaboração própria



Tabela 20 - Composições realizadas (3º parte)

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:1,6:1,9 (CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_02/2015 - M3</b>						
01.04.02	ADITIVO PLASTIFICANTE RETARDADOR DE PEGA E REDUTOR DE AGUA PARA CONCRETO	L	R\$5,12	1,5100000	R\$ 7,73		
01.01.01	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$55,00	0,5700000	R\$ 31,35		
01.02.01	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$0,53	361,0100000	R\$ 191,34		
01.01.06	PEDRA BRITADA N. 0, OU PEDRISCO (4,8 A 9,5 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	R\$57,46	0,5700000	R\$ 32,75		
DOR BETO	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$17,21	2,9600000		R\$ 50,94	
01.05.01	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	45,13166286	0,9100000	R\$ 41,07		
01.05.02	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	43,87000571	2,0500000	R\$ 89,93		
	SUB-TOTAIS				R\$ 394,17	R\$ 50,94	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 115,64	
	TOTAIS				R\$ 394,17	R\$ 166,58	R\$ 560,75

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>REMOÇÃO DE FORRO DE GESSO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017 - M2</b>						
02.01.11	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 11,23	0,0713		R\$ 0,80	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,1401		R\$ 0,78	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 1,58	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 3,59	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 5,17	R\$ 5,17

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>DEMOLIÇÃO DE LAJES, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017</b>						
02.01.02	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 6,94	1,1118		R\$ 7,72	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	11,4882		R\$ 64,10	
	SUB-TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 64,10	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 81,41	
	TOTAIS				R\$ 0,00	R\$ 145,52	R\$ 145,52

Fonte - Elaboração própria



Tabela 21 - Composições realizadas (4ª parte)

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>FUNDO ANTICORROSIVO A BASE DE OXIDO DE FERRO (ZARCAO), DUAS DEMAOS</b>						
01.06.02	FUNDO ANTICORROSIVO PARA METAIS FERROSOS (ZARCAO)	L	R\$ 22,51	0,240000 0	R\$ 5,40		
02.01.12	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 12,74	0,400000 0		R\$ 5,10	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,300000 0		R\$ 1,67	
	SUB-TOTAIS				R\$ 5,40	R\$ 6,77	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 15,37	
	TOTAIS				R\$ 5,40	R\$ 22,14	R\$ 27,54

Cód.	INSUMO	Precificação do Serviço					
		UN	VLR UNIT	COEF.	MATERIAL	MO	TOTAL
	<b>FORRO EM DRYWALL, PARA AMBIENTES COMERCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P - M2</b>						
01.09.01	ARAME GALVANIZADO 10 BWG, 3,40 MM (0,0713 KG/M)	KG	R\$ 8,66	0,0426	R\$ 0,37		
01.02.07	CHAPA DE GESSO ACARTONADO, STANDARD (ST), COR BRANCA, E = 12,5 MM, 1200 X 2400 MM (L X C)	M2	R\$ 20,49	1,0966	R\$ 22,47		
01.09.02	PERFIL CANALETA, FORMATO C, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA FORRO DRYWALL, E = 0,5 MM, *46 X 18* (L X H), COMPRIMENTO 3 M	M	R\$ 3,29	3,8510	R\$ 12,67		
01.09.03	PENDURAL OU PRESILHA REGULADORA, EM ACO GALVANIZADO, COM CORPO, MOLA E REBITE, PARA PERFIL TIPO CANALETA DE ESTRUTURA EM FORROS DRYWALL	UN	R\$ 1,24	1,3265	R\$ 1,64		
01.10.06	FITA DE PAPEL REFORCADA COM LAMINA DE METAL PARA REFORCO DE CANTOS DE CHAPA DE GESSO PARA DRYWALL	M	R\$ 3,03	1,4395	R\$ 4,36		
01.02.08	MASSA DE REJUNTE EM PO PARA DRYWALL, A BASE DE GESSO, SECAGEM RAPIDA, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO (COM ADICAO DE AGUA)	KG	R\$ 4,07	0,5202	R\$ 2,12		
01.09.04	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA (TA), COMPRIMENTO 25 MM	UN	R\$ 0,03	7,9740	R\$ 0,24		
01.09.05	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA BROCA (LB), LARGURA 4,2 MM, COMPRIMENTO 13 MM	UN	R\$ 0,08	2,1912	R\$ 0,18		
01.09.06	PARAFUSO ZINCADO, AUTOBROCANTE, FLANGEADO, 4,2 X 19"	CENTO	R\$ 9,84	0,0132	R\$ 0,13		
02.01.13	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 8,93	0,3628		R\$ 3,24	
02.01.01	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 5,58	0,3628		R\$ 2,02	
	SUB-TOTAIS				R\$ 44,18	R\$ 3,24	
	LEIS SOCIAIS	%		127,000		R\$ 7,35	
	TOTAIS				R\$ 44,18	R\$ 10,59	R\$ 54,77

Fonte - Elaboração própria

### 6.3.6.3. ORÇAMENTO ANALÍTICO

Seguindo os mesmos preceitos do item 6.1, o orçamento analítico foi dividido em serviços extras e os ambientes a sofrer intervenção. Para serviços extras foram consideradas duas horas de visita inicial, quatro horas de projeto e pesquisa e duas visitas de uma hora com adicional de uma hora de deslocamento. A precificação da intervenção foi dividida de acordo com os ambientes a serem reparados (Tabela 22).

**Tabela 22 - Orçamento analítico**

Descrição	Quant	Unit	Material	Mão-de-obra	Total
1. Serviços Extras					
ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	10	H	R\$10,00	R\$1.124,33	
TOTAL GRUPO			R\$10,00	R\$1.124,33	R\$1.134,33
2. Cobertura					
RETIRADA DE CAMADA EXTERNA DE REVESTIMENTO CERÂMICO	4	M2	R\$0,00	R\$162,64	
RETIRADA DE CAMADA INTERNA DE REVESTIMENTO CERÂMICO	4	M2	R\$0,00	R\$162,64	
SUBSTITUIÇÃO DE CAIXA SIFONADA	1	Unit	R\$52,60	R\$15,51	
EXECUÇÃO DE MANTA ASFÁLTICA	4	M2	R\$151,05	R\$10,22	
EXECUÇÃO DE CAMADA DE EMBOÇO	4	M2	R\$12,95	R\$20,47	
ASSENTAMENTO DE CAMADA DE REVESTIMENTO CERÂMICO	4	M2	R\$270,52	R\$18,98	
TOTAL GRUPO			R\$487,12	R\$390,46	R\$877,58
3. Banheiro compartilhado					
DEMOLIÇÃO DE FORRO DE GESSO	5,9	M2	R\$0,00	R\$ 30,53	
DEMOLIÇÃO DE CAPA EXTERNA DE COBRIMENTO DE CONCRETO	0,2	M3	R\$0,00	R\$ 33,76	
EXECUÇÃO DE PINTURA DAS ARMADURAS	5,9	M2	R\$31,87	R\$130,61	
GRAUTEAMENTO	0,2	M3	R\$11,95	R\$ 511,77	
EXECUÇÃO DE FORRO DE GESSO	5,9	M2	R\$260,64	R\$ 62,51	
TOTAL GRUPO			R\$304,46	R\$769,18	R\$1.073,64
			TOTAL DA INTERVENÇÃO		R\$3.085,55

*Fonte - Elaboração própria*

## 7. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os problemas analisados neste trabalho mostraram a pluralidade que os sistemas de impermeabilização apresentam. Foram analisadas diferentes fontes de umidade, com uma ampla variedade de manifestações patológicas em diferentes elementos construtivos (Tabela 23).

*Tabela 23 - Dados obtidos no trabalho*

Fonte	Elemento afetado	Área afetada	Manifestações	Solução	Área de intervenção	Custo
Solo	Pisos e Paredes	Área da academia	Vesiculação, desagregação, degradação, mofo, etc.	Aplicação de camada impermeabilizante em piso e paredes com continuidade.	60 m <sup>2</sup>	R\$ 16862,94
Infiltração de água da chuva	Fachada	Salas e Quartos	Desagregação, eflorescências, manchas, descolamento de placas, etc.	Reconstrução do revestimento externo com traços que não permitissem infiltração de umidade	320 m <sup>2</sup>	R\$ 120021,79
Acidental	Laje	Banheiro e cobertura	Desagregação, manchas, oxidação de aço, etc.	Retirada do elemento defeituoso, aplicação de camada impermeabilizante extra e reconstrução de cobrimento de armadura.	6 m <sup>2</sup>	R\$ 3085,55

*Fonte - Elaboração própria*

O mercado local não demonstrou problemas para suprir o material necessário para qualquer intervenção. Os materiais necessários para a recuperação da estanqueidade nos elementos estudados estão disponíveis de maneira fácil e acessível na região delimitada, demonstrando que as intervenções sugeridas são perfeitamente exequíveis.

Foi mostrado que cada intervenção possuía uma origem de umidade bem definida, consequências facilmente mensuráveis e soluções pertinentes às disponíveis no mercado local. No caso de água advinda do solo notou-se que o principal fator que causou a situação

encontrada foi a falta de projeto, acarretando diversos custos durante a utilização comercial da edificação, porém possui uma solução definitiva, mesmo não sendo de baixo custo, visto a área afetada.

A análise de infiltração de água da chuva se mostrou um grande equívoco de execução pela construtora e de manutenção por parte dos condôminos, porém o alto valor da recuperação será dividido entre os condôminos, diminuindo o impacto individual da recuperação da construção. Por fim, o último objeto analisado, mesmo apresentando baixo valor de recuperação e pequena área afetada, se mostrou o mais grave, pois foi um resultado de anos de medidas paliativas equivocadas que permitiram a deterioração avançada da laje analisada.

Nos três casos analisados, não teriam ocorrido gastos com a recuperação de desempenho da estanqueidade, transtornos para os usuários, e no último caso, diminuição da vida útil da estrutura afetada, se, na etapa de planejamento das obras, o projeto de impermeabilização tivesse sido elaborado e depois o sistema de impermeabilização tivesse sido corretamente executado.

## 8. CONCLUSÃO

Evidenciou-se neste trabalho a importância da impermeabilização para a estanqueidade das edificações. Sem a sua atuação, os elementos construtivos ficam suscetíveis à atuação da umidade e de suas consequências, diminuindo consideravelmente a vida útil das peças e comprometendo de maneira bastante relevante o conforto e a salubridade de uma construção, não cumprindo com os requisitos mínimos impostos pela NBR 15575 (ABNT, 2013).

A grande variedade de fontes de umidade, manifestações patológicas, patologias e métodos de impermeabilização reforçam a importância de uma contínua abordagem sobre o tema. Com a grande variabilidade de manifestações e patologias, torna-se necessário abordar quais são os métodos mais eficientes para cada tipo de patologia e o desenvolvimento de novas técnicas, sempre levando em consideração a disponibilidade de recursos no mercado local, tornando os custos mais racionalizados e de alcance mais abrangente possível.

Constatou-se durante a procura por casos a serem estudados, que grande parte dos problemas analisados tem como fonte a falta de manutenção adequada, pequenos defeitos de execução ou falha de projeto. Deste modo, nota-se a importância de um profissional bem capacitado para acompanhar todas as fases de uma construção, desde projeto até finalização da execução, para que tais problemas sejam evitados. Este profissional, normalmente um engenheiro civil, passa a ter a necessidade de entender os mecanismos de infiltração da água na edificação, para que este possa indicar de maneira eficaz a melhor solução de maneira coerente e correta.

É necessário também que o usuário final da edificação cumpra seu papel na conservação dela. Entender que os elementos construtivos necessitam de manutenção periódica mesmo que não apresentem manifestações patológicas é de extrema importância, tendo em vista que os recursos dispendidos para manutenções preventivas são relevantemente menores que para manutenções emergenciais e os transtornos gerados são ínfimos se comparados com os de uma intervenção emergencial. Respeitar cronogramas de manutenção, estar atento às condições dos elementos estruturais e não os expor a situações em que estes não foram projetados para tal também faz parte do processo de conservação da impermeabilização aplicada na edificação.

## REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 9575: Seleção e projeto de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2010

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 9952: Manta asfáltica para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2007

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13749: Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas. Rio de Janeiro, 1996

ARANTES, Y.K. Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil. 2007. 67f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte, 2007

BRITO, J. de, GONÇALVES, M., GRANDÃO LOPES, J. e LOPES, M. da G. Características das Membranas de Impermeabilização de Cobertura em Terraço. Universidade do Minho, Braga, Portugal. 2005.

CALIARI, B. C. e SILVA, R. L. Análise Experimental do Comportamento Mecânico do PVC Rígido Sob Influência da Temperatura no Ensaio de Tração Uniaxial. Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2016, [http://www.repositorio.uff.br/jspui/bitstream/1/2309/1/PROJETO%20FINAL%20%28ANTE S%29.pdf](http://www.repositorio.uff.br/jspui/bitstream/1/2309/1/PROJETO%20FINAL%20%28ANTE%20S%29.pdf). Acesso em 15/11/2017 às 02:37

CARLOS, P. P. A. e SILVA, W. C. da. Execução de Impermeabilização Flexível Moldada no Local com Uso de Membrana Polimérica. Santos, 2015. 56 páginas. Trabalho de Conclusão

de Curso (Graduação), Universidade Santa Cecília, Santos.

<http://cursos.unisanta.br/civil/arquivos/IMPERMEABILIZA-FLEXIVEL-POLIMERICA.pdf>

Acesso em 15/11/2017 às 10:15

CECHINEL, B. M., VIEIRA, F. L., MANTELLI, P. e TONEL, S. Infiltração em Alvenaria – Estudo de Caso em Edifício na Grande Florianópolis. 2007, Florianópolis. – <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/publicacoes/article/download/70/34>. Acesso em 12/11/2017 às 15:59

CIMINO, R. Revestimento de reservatórios de água com manda armada de PVC. *Téchne*, São Paulo, n. 62, p. 69-71, mai. 2002

COSTA E SILVA, A.J.. Impermeabilização, UNICAP. Recife, 2004

DENVER – [http:// denverimper.com.br/](http://denverimper.com.br/) . Acesso em 17/10/2017 às 16:30.

Dicionário Prático de Engenharia Civil,

<https://www.engenhariacivil.com/dicionario/higroscopicidade>. Acesso em 17/10/2017 às

15:48.

FIGUEIREDO, Andrey Carvalho. Proposta de metodologia para estudo de patologias nas edificações do CTA – São José dos Campos. 2003. 156 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. <http://www.civil.ita.br/graduacao/tgs/resumos/2003/tg2003-02.pdf>. Acesso em 29/09/2017 23:01.

HUSSEIN, Jasmim S. M. Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão - PR. 2013. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1873/1/CM\\_COECI\\_2012\\_2\\_03.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1873/1/CM_COECI_2012_2_03.pdf).

Acesso em 11/10/2017 às 15:04.

MANSUR, A. A. P., Mecanismos Físico-Químicos de Aderência na Interface Argamassa Modificada com Polímeros/Cerâmica de Revestimento. Universidade Federal de Minas Gerais. 2007. 323 páginas, Tese de Doutorado. Belo Horizonte, 2007.

[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MAPO-](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MAPO-7RCP68/alexandra_ancelmo_mansur.pdf?sequence=1)

[7RCP68/alexandra\\_ancelmo\\_mansur.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MAPO-7RCP68/alexandra_ancelmo_mansur.pdf?sequence=1). Acesso em 14/11/2017 às 18:40.

MORAES, C. R. K. de. Impermeabilização em Lajes de Cobertura: Levantamento dos Principais Fatores Envolvidos na Ocorrência de Problemas na Cidade de Porto Alegre. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 111 páginas. 2002.

MATTOS, Aldo Dôres. Como Preparar Orçamentos de Obras: Dicas para Orçamentistas, Estudos de Caso, Exemplos. São Paulo, 2006.

OHAMA, Y. Recent Progress in Concrete-Polymer Composites. Advn. Cem, Bas. Mat., v. 5, p. 31-40, 1997.

OLIVEIRA, Michel Vinícius Takahashi de. Avaliação das causas e consequências das patologias dos sistemas impermeabilizantes – um estudo de caso– Guaratinguetá, 2015. 78 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Guaratinguetá, Guaratinguetá.

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139165/000864040.pdf?sequence=1>.

Acesso em 29/09/2017 às 21:13h.



PEREIRA, E. Estudo da influência das propriedades de argamassas colantes na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados no assentamento de piso sobre piso– Curitiba, 2012. 174 f.: il., tab., grafs. <http://www.prppg.ufpr.br/ppgecc/wp-content/uploads/2016/files/dissertacoes/d0163.pdf>. Acesso em 18/11/2017 às 15:49h.

POLISSENI, A. E. Método de Campo para Avaliar a Capacidade Impermeabilizante de Revestimentos de Parede. 1986, Porto Alegre.

RESENDE, M. M.; BARROS, M. M. S. B.; MEDEIROS, J. S. A influência da manutenção na durabilidade de revestimentos de fachada de edifícios. In: WORKSHOP DE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 2., 2001, São José dos Campos. Anais... [São José dos Campos]:[s.n.], 2001.

RIGHI, Geovane Venturini. Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Casos - Santa Maria, 2009, 94 páginas. Dissertação de Mestrado. – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. [http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/20/TDE-2010-03-08T095955Z-2484/Publico/RIGHI,%20GEOVANE%20VENTURINI.pdf](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/20/TDE-2010-03-08T095955Z-2484/Publico/RIGHI,%20GEOVANE%20VENTURINI.pdf). Acesso em 28/09/2017 às 11:41h.

RIPPER, Ernesto. Como evitar erros na construção. São Paulo: Pini, 1984.

SABBATANI F. et al. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. Impermeabilização – Sistemas e execução. São Paulo, 2006. 20 p.

SANTOS, C. B. dos. Sistemas de Impermeabilização: Estudo de Casos de Impermeabilização de Pé de Parede na Pós-Ocupação e de Laje de Terraço em Feira de Santana-BA. Feira de Santana, 2010, 101 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual de Feira de Santana. <http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/CLEDSON%20BARBOSA%20DOS%20SANTOS.pdf>. Acesso em 04/11/2007 às 13:15h.

SANTOS, S. S. dos. Patologia das Construções. Revista Especialize, Goiânia, julho de 2014. <https://pt.scribd.com/document/259650399/a14a6ff1b168b775ba9ace0625d7b858> Acesso em 28/09/2017

SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Cível. <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx> Acesso em 03/03/2018 às 00:15h

SOARES, F. F. A importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil/ Felipe Flores Soares. – Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Escola Politécnica, 2014. <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012331.pdf> Acesso em 16/11/2017 às 15:30

SOUZA, M. F. de. Patologias Ocasionadas pela Umidade nas Edificações. Monografia, Belo Horizonte, 2008.

UEMOTO, K. L. Patologia: Danos causados por eflorescência. In: TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. Coletânea... São Paulo: Pini/IPT, 1988, p.561-564

VEDACIT – Manual técnico de impermeabilização de estruturas. 6ed. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br> Acesso em: 12/11/2017 às 18:39

VERÇOZA, Ênio José. Impermeabilização na Construção. Porto Alegre: Sagra, 1985.

VERÇOZA, Ênio José. Patologia das edificações. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.

## **ANEXO A – TABELA DE INSUMOS (PREÇO BASE FEVEREIRO DE 2018)**

PREÇOS DOS INSUMOS (FEV/18)			
COD	DESCRICAO	UN	PREÇO UNIT
01.	MATERIAIS:		
01.01	AGREGADOS		
01.01.01	AREIA GROSSA	M3	R\$ 55,00
01.01.02	AREIA MÉDIA	M3	R\$ 60,00
01.01.03	AREIA FINA	M3	R\$ 60,00
01.01.04	BRITA 2	M3	R\$ 45,00
01.01.05	BRITA 1	M3	R\$ 45,00
01.01.06	BRITA 0	M3	R\$ 57,46
01.02	CIMENTÍCIOS, ARGAMASSADOS, GESSOS E REJUNTES		
01.02.01	CIMENTO PORTLAND CP-II 32	KG	R\$ 0,53
01.02.02	ARGAMASSA POLIMÉRICA DE REPARO ESTRUTURAL	KG	R\$ 4,81
01.02.03	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA CHAPISCO COLANTE	KG	R\$ 1,35
01.02.04	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$0,58
01.02.05	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	R\$0,40
01.02.06	REJUNTE COLORIDO, CIMENTICIO	KG	R\$2,54
01.02.07	CHAPA DE GESSO ACARTONADO, STANDARD (ST), COR BRANCA, E = 12,5 MM, 1200 X 2400 MM (L X C)	M2	R\$20,49
01.02.08	MASSA DE REJUNTE EM PO PARA DRYWALL, A BASE DE GESSO, SECAGEM RAPIDA, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO (COM ADICAO DE AGUA)	KG	R\$4,07
01.02.09	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA CHAPISCO ROLADO	KG	R\$1,73
01.02.10	ARGAMASSA COLANTE TIPO ACIII E	KG	R\$1,81
01.02.11	MASSA ACRILICA PARA PAREDES INTERIOR/EXTERIOR	GL	R\$30,41
01.02.12	MASSA PARA TEXTURA LISA DE BASE ACRILICA, USO INTERNO E EXTERNO	KG	R\$5,68
01.02.13	ARGAMASSA POLIMERICA IMPERMEABILIZANTE SEMIFLEXIVEL, BICOMPONENTE (MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE ACRILICA)	KG	R\$4,81
01.03	POLÍMEROS, ALFÁLTICOS E BETUMINOSOS		
01.03.01	MANTA ASFALTICA ELASTOMERICA EM POLIESTER 3 MM, TIPO III, CLASSE B, ACABAMENTO PP (NBR 9952)	M2	R\$ 32,98
01.04	ADITIVOS		
01.04.01	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 4,81
01.04.02	ADITIVO PLASTIFICANTE RETARDADOR DE PEGA E REDUTOR DE ÁGUA PARA CONCRETO	L	R\$ 5,12

01.05	EQUIPAMENTOS		
01.05.01	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L	CHP	R\$ 45,13
01.05.02	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L	CHI	R\$ 43,87
01.05.03	LAVADORA DE ALTA PRESSAO (LAVA-JATO) PARA ÁGUA FRIA, PRESSAO DE OPERACAO ENTRE 1400 E 1900 LIB/POL2, VAZAO MAXIMA ENTRE 400 E 700 L/H	UN	R\$ 1.667,50
01.05.04	CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, PESO BRUTO TOTAL 16.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 13.071 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	R\$ 643,48
01.05.05	CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, PESO BRUTO TOTAL 16.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 13.071 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	R\$ 491,47
01.06	TINTAS		
01.06.01	TINTA LATEX PVA PREMIUM, COR BRANCA	L	R\$15,95
01.06.02	FUNDO ANTICORROSIVO PARA METAIS FERROSOS (ZARCAO)	L	R\$22,51
01.07	PEÇAS HIDRÁULICAS		
01.07.01	CAIXA SIFONADA PVC, 100 X 100 X 50 MM, COM GRELHA REDONDA BRANCA	PEÇA	R\$34,85
01.07.02	ANEL BORRACHA, DN 50 MM, PARA TUBO SERIE REFORCADA ESGOTO PREDIAL	PEÇA	R\$0,80
01.08	REVESTIMENTOS (PISOS, PAREDES E ETC)		
01.08.01	PISO POLIESTER (e=5mm) INSTALADO	M2	R\$ 26,10
01.08.02	PISO EM CERAMICA ESMALTADA, COMERCIAL (PADRAO POPULAR), PEI MAIOR OU IGUAL A 3, FORMATO MENOR OU IGUAL A 20 X 25 CM	M2	R\$54,23
01.08.03	IMPERMEABILIZANTE FLEXIVEL BRANCO DE BASE ACRILICA PARA COBERTURAS	KG	R\$14,67
01.08.04	PASTILHA CERAMICA/PORCELANA, REVEST INT/EXT E PISCINA, CORES FRIAS *10 X 10* CM	M2	R\$29,90

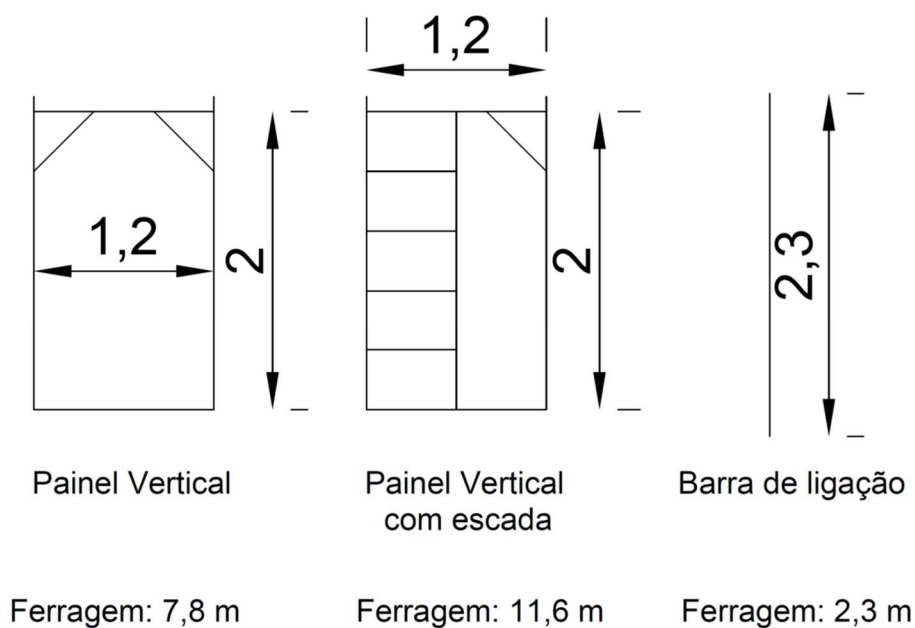
01.09	METAIS, FERROSOS E AFINS		
01.09.01	ARAME GALVANIZADO 10 BWG, 3,40 MM (0,0713 KG/M)	KG	R\$8,66
01.09.02	PERFIL CANALETA, FORMATO C, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA FORRO DRYWALL, E = 0,5 MM, *46 X 18* (L X H), COMPRIMENTO 3 M	M	R\$3,29
01.09.03	PENDURAL OU PRESILHA REGULADORA, EM ACO GALVANIZADO, COM CORPO, MOLA E REBITE, PARA PERFIL TIPO CANALETA DE ESTRUTURA EM FORROS DRYWALL	UN	R\$1,24
01.09.04	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA (TA), COMPRIMENTO 25 MM	UN	R\$0,03
01.09.05	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA BROCA (LB), LARGURA 4,2 MM, COMPRIMENTO 13 MM	UN	R\$0,08
01.09.06	PARAFUSO ZINCADO, AUTOBROCANTE, FLANGEADO, 4,2 X 19"	CENTO	R\$9,84
01.10	OUTROS		
01.10.01	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	PEÇA	R\$1,41
01.10.02	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	PEÇA	R\$43,45
01.10.03	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) ( DE *400* G)	PEÇA	R\$15,91
01.10.04	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	PEÇA	R\$37,73
01.10.05	ADESIVO ACRILICO/COLA DE CONTATO	KG	R\$17,71
01.10.06	FITA DE PAPEL REFORCADA COM LAMINA DE METAL PARA REFORCO DE CANTOS DE CHAPA DE GESSO PARA DRYWALL	M	R\$3,03
01.10.07	ABRACADEIRA DE NYLON PARA AMARRACAO DE CABOS, COMPRIMENTO DE 200 X *4,6* MM	UN	R\$0,13
01.10.08	TELA FACHADEIRA EM POLIETILENO, ROLO DE 3 X 100 M (L X C), COR BRANCA, SEM LOGOMARCA - PARA PROTECAO DE OBRAS	M2	R\$1,58
01.10.09	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2,20 X 1,10 m, E = 14 MM	UN	R\$66,04
01.10.10	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,24 MM, MALHA 25 X 25 MM	M2	R\$12,14
01.10.11	LIXA EM FOLHA PARA PAREDE OU MADEIRA, NUMERO 120 (COR VERMELHA)	UN	R\$0,66
01.10.12	GASOLINA COMUM	L	R\$4,36

02.	MAO DE OBRA		
02.01.	MAO DE OBRA HORÁRIA		
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 5,58
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 6,94
02.01.05	ENCANADOR	H	R\$ 12,90
02.01.06	ELETRICISTA	H	R\$ 7,42
02.01.07	ENGENHEIRO	H	R\$ 49,53
02.01.08	OPERADOR BETONEIRA	H	R\$ 17,21
02.01.09	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	H	R\$ 9,68
02.01.10	AZULEJISTA OU LADRILHISTA	H	R\$ 11,58
02.01.11	GESSEIRO	H	R\$ 11,23
02.01.12	PINTOR	H	R\$ 12,74
02.01.13	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA	H	R\$ 8,93
02.01.14	AUXILIAR DE CARPINTEIRO	H	R\$ 9,55
02.01.15	CARPINITEIRO DE FORMAS	H	R\$ 12,74
02.01.16	IMPERMEABILIZADOR	H	R\$ 13,38

## **ANEXO B – QUANTITATIVOS RELACIONADOS AO USO DE ANDAIMES**

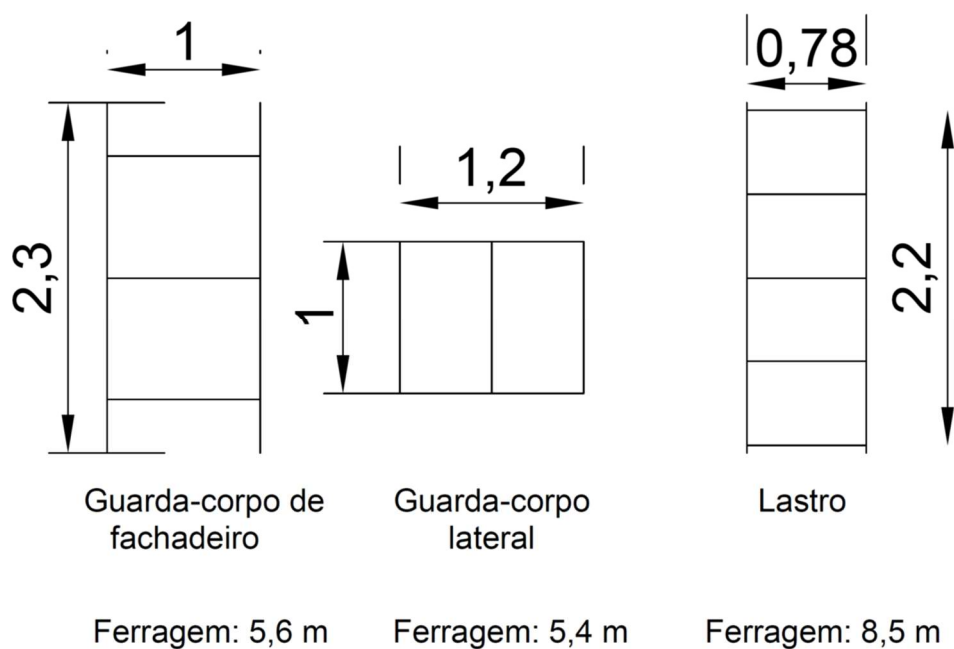


*Peças disponíveis para modulação de andaimes (Parte 1)*



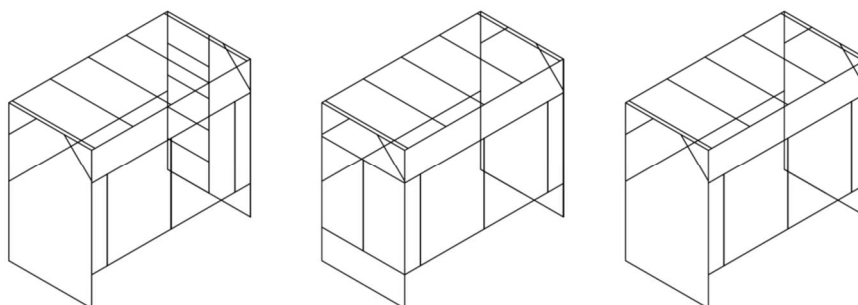
*Fonte - Elaborado a partir de material da Versátil Andaimes*

*Peças disponíveis para modulação de andaimes (Parte 2)*



*Fonte - Elaborado a partir de material da Versátil Andaimes*

*Módulos obtidos a partir das peças disponíveis*



Módulo de ponta c/ escada

Módulo de ponta s/ escada

Módulo Central

*Fonte - Elaborado a partir de material da Versátil Andaimes*

*Ferragem total por módulo estabelecido*

Andaimes				
Peça	metros p/ peça	peças p/ módulo central	peças por módulo de ponta c/ escada	peças por módulo de ponta s/ escada
Painel Vertical	7,8	2	1	2
Painel Vertical c/ escada	11,6	0	1	0
Barra de ligação	2,3	1	1	1
Guarda-corpo de fachadeiro	5,6	1	1	1
Guarda-corpo lateral	5,4	0	0	1
lastro	8,5	1	1	1
Ferragem total		31,9	35,7	37,3

*Fonte - Elaboração própria*

*Quantidade de ferragem por andar de andaime*

Quantidade de módulos utilizados por andar				
largura frontal = 9m	s/ escada	c/ escada	central	total ferragem por andar
	1	1	2	136,8

*Fonte - Elaboração própria*

**Quantidade de andares necessários para cobrir a fachada**

Quantidade de andares necessários	
Altura fachada	36 m
altura módulo	2 m
andares	18

*Fonte - Elaboração própria***Total de ferragem a ser utilizada**

Total de ferragem		
Andares (unit.)	Ferragem p/ andar (m)	total (m)
18	136,8	2462,9

*Fonte - Elaboração própria***Quantificação do transporte necessário por volume X quilômetro**

Transporte (6 m <sup>3</sup> - 10km)				
Diâmetro de cálculo dos tubos (mm)	Total de ferragem a ser transportado (m)	Volume a ser transportado (M3)	Viagens (Coef. de aproveitamento de 0,6 do volume útil)	Volume x Quilômetro
120	2462,9	27,9	16	960

*Fonte - Elaboração própria*

A tabela anterior calcula o quanto será transportado para levar os andaimes até a obra e, após o término da intervenção, retornar com eles ao local de locação, sendo que o resultado final se apresenta na unidade de Volume por quilômetro rodado.

**Cálculo médio de aluguel de andaimes**

Aluguel de andaimes		
Empresa	Aluguel	total
CS Locações	R\$ 3600/mês	R\$ 3600
Casa do Construtor	R\$ 270/100m <sup>2</sup> . Semana	R\$3406,752
Locatub	R\$ 850/semana	R\$3400,00
Considerado 28 dias		R\$1100/100m <sup>2</sup>
Total		R\$ 3.469,84

*Fonte - Elaboração própria*

